



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

이학박사 학위논문

국가연구개발사업의 시행과 전개

- 반도체 개발 컨소시엄을 중심으로, 1980-2010 -

2019년 8월

서울대학교 대학원

협동과정 과학사 및 과학철학 전공

유 상 운

국가연구개발사업의 시행과 전개

- 반도체 개발 컨소시엄을 중심으로, 1980-2010 -

지도교수 홍 성 욱

이 논문을 이학박사 학위논문으로 제출함
2019년 5월

서울대학교 대학원
협동과정 과학사 및 과학철학 전공
유 상 운

유상운의 박사학위논문을 인준함
2019년 7월

위 원 장 박 상 욱 (인)

부위원장 홍 성 욱 (인)

위 원 송 위 진 (인)

위 원 문 만 용 (인)

위 원 최 형 섭 (인)

국문초록

본 논문은 최초의 국가연구개발사업인 특정연구개발사업을 시작으로, 1990년대에 시행된 선도기술개발사업, 2000년대에 시행된 21세기 프론티어 사업을 역사학적 분석의 대상으로 삼는다. 이를 통해 본 논문은 국가연구개발사업을 뒷받침하고 있는 국가, 연구개발, 그리고 혁신에 관한 기본적인 전제들이 무엇이고, 그러한 전제들이 어떤 맥락 하에서, 누구에 의해 강화되며 정책의 형태로 구현되어 왔는지를 드러내 보일 것이다. 본 논문은 보다 실질적으로 각 시기의 국가연구개발사업이 연구개발 현장에서 어떻게 작동하며 과학기술자들의 실행에 어떠한 영향을 끼쳤고, 역으로 이들의 실행이나 아이디어가 이후 시기의 국가연구개발사업에 어떤 변화를 가했는지를 살펴보기 위해 각 국가연구개발사업 전반에 대한 분석과 해당 사업에서 최우선 순위로 여겨진 dynamic random-access memory (DRAM) 개발 과제에 대한 분석을 병행할 것이다. 이처럼 국가연구개발사업의 최초 수립 이래로 국내 연구개발 활동을 지원하는 주요 정책 수단으로 자리 잡기까지 그 과정을 되돌아보는 작업은 현재 국가연구개발사업을 둘러싸고 제기되고 있는 각종 쟁점들을 1980년대 이후 한국 연구개발체제의 역사적인 변화 속에서 재고해 볼 수 있는 출발점이 될 수 있다는 점에서 의미가 있을 것이다.

이러한 작업을 통해 본 논문은 크게 다음과 같은 두 가지 주장을 제시할 것이다. 첫째, 국가연구개발사업은 명확한 목표 설정과 엄격한 진도 관리라는 무기개발체제의 기반 위에서 대기업의 상품개발이라는 목표가 결합된 결과물이다. 1980년 신군부의 집권 이후 청와대, 과학기술처, 정부출연연구소, 학계, 산업계로 확산된 국방

과학연구소 출신 인사들이 특정연구개발사업을 시행하면서, 과제 협약 제도, 진도 관리 테크닉, 과제 평가 방식 등을 비롯한 1970년대 국방과학연구소의 무기개발 관리체제가 국가연구개발사업의 형태로 구현됐다. 1990년대 후속 사업으로 시행된 선도기술개발사업은 특정연구개발사업을 통해 자리잡은 관리 체제 위에서 대기업의 특정 상품을 개발하는 것을 목표로 삼았으며, 원천 기술의 개발을 목표로 내걸었던 2000년대의 21세기 프론티어 사업 역시 과제와 선정 및 평가 방식에 있어서 선도기술개발사업의 연속성 상에 있었다.

둘째, 국가연구개발사업을 구성하는 과제들의 실질적인 내용을 결정하는 데 있어서 국내 대기업의 역할이 크게 증대됐다. 과학기술처는 특정연구개발사업을 매개로 정부출연연구소, 대학, 기업 등을 포함한 국내 모든 연구개발 기관들을 총동원할 수 있는 제도적 기반을 마련했지만, 1990년대 이후 국내 대기업은 그러한 제도를 활용하여 국가연구개발사업의 방향성을 설정할 수 있는 주요 행위자로 성장했다. 2000년대 시행된 21세기 프론티어 사업은 이전에 비해 대학 연구실의 참여가 두드러지게 증가했지만, 이러한 참여 여부 역시 해당 연구실이 국내 대기업의 기술적 로드맵과 어느 정도로 부합할 수 있는가에 따라 결정됐다.

주요어 : 국가연구개발사업, 특정연구개발사업, 선도기술개발사업, 21세기 프론티어 사업, 반도체, DRAM, 혁신학(innovation studies), 기술혁신

학 번 : 2012-30863

목 차

서론	1
연구의 목표 및 범위	1
사전연구 검토	6
논문의 구조 및 내용	20
 제 1 부 무기개발체제로서의 국가연구개발사업, 1980-1990	23
1장 특정연구개발사업	25
1.1. 신군부와 국방과학연구소	26
1.2. 1970년대 국방과학연구소의 무기개발체제	31
1.3. 특정연구개발사업의 출범	38
1.4. 연구개발 관리 인력의 변화와 관리 방법론의 도입 ..	50
1.5. 특정연구개발사업의 시행과 확산	53
1.6. 소결	61
2장 초고집적반도체기술(4M DRAM) 공동개발사업, 1986-1989	64
2.1. 4M DRAM 공동개발사업 이전의 반도체 개발	64
2.2. 시스템으로서의 컨소시엄	72
2.3. 4M DRAM 개발의 “성공”	82
2.4. 소결	93
 제 2 부 무기개발체제와 상품개발체제의 결합, 1991-2000	95
3장 선도기술개발사업	97

3.1. 경제관료와 병기개발자	98
3.2. 선도기술개발사업의 수립	110
3.3. 선도기술개발사업의 이론적 정당화	118
3.4. 예산 조정을 통한 사업의 시행	122
3.5. 소결	130
4장 차세대반도체 기반기술(256M DRAM) 개발사업, 1993-1996	133
4.1. “국가주도, 민간주관”의 개발사업	133
4.2. 사업의 연기	138
4.3. 사업의 착수	148
4.4. 뜻밖의 조기 성공	155
4.5. 기술혁신의 새로운 이해	164
4.6. 소결	172
 제 3 부 “국가혁신체제” 속의 대학, 2000-2010	175
5장 21세기 프론티어 사업	177
5.1. 전문가 기획단의 구성	178
5.2. 대학의 성장	184
5.3. 사업 후보 과제의 도출	191
5.4. 경로의존성	199
5.5. 기초연구와 응용연구 사이에서	204
5.6. 소결	211
6장 테라급나노소자개발사업, 2000-2009	214
6.1. 나노기능소자 개발사업의 계획	215
6.2. 사업단장의 선정	222
6.3. 사업의 개시	230
6.4. 나노기술종합발전계획의 수립	237
6.5. 사업의 진행과 MRAM 개발	241

6.6. 소결	252
결론	255
참고문헌	263
Abstract	283

표 목 차

[표 1-1] 통폐합 전후의 정부출연연구소	40
[표 1-2] 특정연구개발사업의 변화	54
[표 1-3] 특정연구개발사업의 중점분야의 변화	60
[표 1-4] 1980년대 특정연구개발사업의 정부 출연금 및 과제 수의 변화	61
[표 1-5] 1980년대 특정연구개발사업에 영향을 미친 1970년대 KIST 및 국방과학연구소의 주요 요소들	63
[표 3-1] 국책연구과제 목록	101
[표 3-2] 선도기술개발사업 후보 과제 목록	118
[표 3-3] 전문가 기획단의 수요안과 총괄조정분과전문위원회의 결의안의 비교	126
[표 3-4] 1980년대 특정연구개발사업과 선도기술개발사업의 비교	131
[표 4-1] 256M DRAM 개발 과제 사업단 위원 명단	145
[표 4-2] 256M DRAM 개발 과제 연도별 연구개발비	148
[표 4-3] 256M DRAM 개발 과제 1차년도 협약연구개발비	149
[표 4-4] 256M DRAM 개발 위탁과제 목록	151
[표 4-5] 과제별 연구비 세부내역 변경 사항	164
[표 4-6] 최종평가 결과	165
[표 5-1] 21세기 프론티어 사업 추진기획위원회 명단	180
[표 5-2] 추진기획위원회 분야별 소위원회 명단	182
[표 5-3] 프론티어 사업 분야별 제안 과제	197
[표 5-4] 프론티어 사업 후보 과제	203
[표 5-5] 선도기술개발사업과 21세기 프론티어 사업의 비교	212
[표 6-1] 나노기능소자 개발 사업의 단계별 목표	219
[표 6-2] 사업단장 후보자 평가 결과	226
[표 6-3] 테라급나노소자개발사업의 세부과제 목록	226
[표 6-4] 나노기술종합발전계획단 명단	239

[표 6-5] 테라급나노소자개발사업의 단계별 과제 변화	249
[표 7-1] 특정연구개발사업, 선도기술개발사업, 21세기 프론티어 사업의 유사점 및 차이점	261

그 립 목 차

[그림 1-1] 제5공화국 초기 청와대 경제비서실 직원 명단 및 담당 업무	28
[그림 1-2] 병기개발 계통도	36
[그림 1-3] 특정연구개발사업의 추진체계	43
[그림 2-1] 삼성의 64K DRAM 개발진	69
[그림 2-2] PERT로 계획된 4M DRAM의 연구개발 일정	79
[그림 2-3] ETRI에 보고된 각 기업 연구소들의 계획	84
[그림 2-4] 각 기업들의 개발 결과물	87
[그림 2-5] 과학기술연감 상의 기술 궤적의 변화	92
[그림 4-1] ETRI와 한국반도체연구조합이 제안한 256M DRAM 개발 과제 추진체계	136
[그림 4-2] 삼성의 256M DRAM 개발 광고	158
[그림 5-1] 추진기획위원회의 사업단장 선정 절차와 개정된 절차	208
[그림 5-2] 과학기술부가 추진기획위원회에 수여한 감사패	209
[그림 6-1] 테라급나노소자개발사업의 기술적 로드맵	232

서론

연구의 목표 및 범위

문재인 정부의 초대 과학기술정보통신부 장관으로 취임한 유영민은 2017년 7월 11일 취임사를 통해 “4차 산업혁명에 성공적으로 대응”하기 위해 창의적, 도전적 연구환경 조성을 제1의 정책 어젠다로 추진하겠다고 선언했다.¹⁾ 이러한 정책 어젠다는 국가연구개발사업에 대한 재정비논의로 이어졌다. 곧이어 25일에 개최된 정책현장 간담회에서 유영민은 국가연구개발사업을 “선택과 집중을 위해 재정비할 것”이라 밝히면서, 약 20조 원에 달하는 국가 연구개발 예산을 보다 효율적으로 활용하기 위해 성공 가능성이 낮거나 관행적으로 추진됐던 거대공공연구 과제들을 중심으로 중간 점검을 실시할 것이라 밝혔다.²⁾ 이후 국가과학기술자문회의 산하 전문위원 예산설명회에서 유영민은 4차 산업혁명에 대응하여 혁신을 일굴 수 있는 연구개발 사업에 집중적으로 투자하는 것이 시급하다고 강조하며 “모든 사업을 원점에서 재검토”할 것임을 예고했다.³⁾

과거 정부의 연구개발 지원의 효율성을 문제 삼고 이에 대한 해결책으로 국가연구개발사업에 대한 전면적인 재검토가 이루어지는 이러한 모습은 비단 어제 오늘날만의 일이 아니었다. 2008년 이명박 정부 출범 직후 교육과학기술부는 신성장동력 및 지식산업에 대한 투자 확대를 위해 국가연구개발사업의 비효율성을 제거한다는 취지로 국가과학기술위원회 산하 전문위원회에서 사업들에 대한 재검토 작업에 착수했다.⁴⁾ 마찬가지로

1) 동아사이언스, “창의적, 도전적 연구환경 조성을 최우선 과제로” (2017. 7. 11).

2) 동아사이언스, “국가 R&D 사업, ‘선택과 집중’ 위해 재정비할 것” (2017. 7. 25).

3) 과학기술정보통신부 보도자료, “국가연구개발(R&D) 20조원 시대, 전략적 투자를 위한 「2020년 국가연구개발사업 예산 배분·조정」 착수” (2019.5.13.).

4) 사이언스타임즈, “국가 R&D 투자 방향 전면 재검토” (2008.6.25).

김대중 정부가 수립된 1998년, 과학기술부는 국가연구개발사업들의 효율성 저하 문제를 해결하기 위한 방안으로 사업들을 정밀 평가작업을 통해 재검토하고 중복된 사업들에 대한 통폐합 절차를 밟았다.⁵⁾

국가연구개발사업에 대한 전면적인 재검토가 끊임없이 되풀이되는 상황과 관련하여 국내 전반 과학기술 정책의 일관성이 부족하다는 비판 역시 지속적으로 제기되어 왔다. 정권 또는 장관이 교체될 때마다 새로운 의제를 표방하며 국가연구개발사업을 포함한 과학기술계 전반에 대한 개편 작업이 잦았고, 이로 인해 보다 장기적인 안목에서 국내 연구개발 활동들이 방향성 있게 추진되기 어려웠다는 지적은 적어도 30년 이상 큰 변화 없이 거론돼왔던 문제의식이다. 한 예로 1985년의 한 기사는 그동안 여러 관계 부처나 기관들에 의해 과학기술 분야에 대한 여러 계획들이 수립돼 왔지만 이들은 장기적이고 일관적인 방향성의 부재로 정책적인 시행착오만 반복해왔다고 비판했다. 이에 대해 기사는 “타기팅폴리시”에 입각한 과학기술 정책이 더욱 적극적으로 시행될 필요가 있음을 주장했다. 이러한 정책이 구현된 이상적인 사례로 일본의 관민 공동 참여 연구개발 과제, 미국의 반도체 개발 과제, 유럽공동체의 정보기술연구 전략사업(European Strategic Programme for Research in Information Technology, ESPRIT)이 제시됐고, 이를 본보기 삼아 과학기술처로 하여금 분명한 방향성을 지닌 장기적인 계획을 정책적으로 추진할 것이 요청됐다.⁶⁾

본 논문은 이처럼 국가연구개발사업의 이른바 전면적인 재검토, 그리고 잦은 개편에 대한 비판들이 병행하며 수십 년간 반복돼온 상황을 보다 큰 틀에서 이해하기 위한 첫 걸음으로 국가연구개발사업이 최초로 시행된 이래로 2010년까지의 역사를 살펴보고자 한다. 국가연구개발사업은 1982년 과학기술처가 최초로 특정연구개발사업이라는 이름으로 시행한 이후, 1980-90년대를 거쳐 기타 부처들로 급속히 확산되면서 현재 국가

5) 매일경제, “중복 국책연구사업 통폐합”(1998. 10. 14).

6) 매일경제, “한국첨단산업 어디로 가나 <2> 장기비전의 부재”(1985. 4. 16).

과학기술 정책의 핵심 요소로 자리 잡았다. 국가연구개발사업의 예산 규모 역시 크게 늘어 1982년 133억 원의 연구개발사업비가 투입된 것을 시작으로, 1995년 2000억 원, 2001년 약 5조 원으로 성장했고, 현재에는 그 규모가 약 20조 원에 이르게 됐다.⁷⁾ 이처럼 최초의 수립 이래로 국내 연구개발 활동을 지원하는 주요 정책 수단으로 자리 잡기까지의 역사를 되돌아보는 작업은 현재 국가연구개발사업을 둘러싸고 제기되고 있는 각종 쟁점들을 1980년대 이후 보다 거시적인 한국 연구개발체제의 역사적인 맥락 속에서 재고해 볼 수 있는 기반이 될 수 있다는 점에서 의미가 있을 것이다.

더 나아가 본 논문은 국가연구개발사업을 뒷받침하고 있는 국가, 연구개발, 그리고 혁신에 관한 기본적인 전제들이 무엇이고, 그러한 전제들이 어떤 맥락 하에서, 누구에 의해 강화되며 어떤 정책의 형태로 구현되어 왔는지를 분석함으로써, 국가 주도로 추진 및 시행된 것으로 이해되어온 한국 과학기술 연구개발 체제에 대한 새로운 이해를 제공하고자 한다. 국가연구개발사업은 정부가 체계적인 계획 하에 정부출연연구소, 기업, 대학을 연계하여 특정한 목적의 기술 개발을 추진한 사례로 서술되어 왔다. 하지만 본 논문은 국가연구개발사업에 관여한 다양한 행위자들과 그들의 기술혁신에 대한 서로 다른 이해들을 드러내고, 어떤 관점들이 정책적으로 구현되었는지를 추적함으로써, 국가연구개발사업의 방향성이 어떤 집단에 의해 규정되고 강화되어왔는지를 보다 명확히 그려낼 것이다.

이를 위해 본 논문은 최초의 국가연구개발사업인 특정연구개발사업을 시작으로, 1990년대에 시행된 선도기술개발사업, 2000년대에 시행된 21세기 프론티어 사업을 분석의 대상으로 삼을 것이다. 1980년대 특정연구개발사업이 주요 국가연구개발사업으로 자리 잡은 이후, 1990년대 선도기술개발사업과 2000년대 21세기 프론티어 사업은 각 기간에 가장 많은 과제 수와 연구비를 할당받으며 두 시기를 대표하는 국가연구개발사업으로

7) 과학기술부, 『특정연구개발사업 20년사』 (과학기술부, 2003), 1.

추진됐다.⁸⁾ 더욱이 현재 진행 중인 글로벌 프론티어 사업이 21세기 프론티어 사업의 후속 사업이라는 점을 감안한다면, 특정연구개발사업, 선도기술개발사업, 21세기 프론티어 사업으로 이어지는 국가연구개발사업의 역사는 현재의 연구개발 체제를 역사적 맥락 하에서 재고해 볼 수 있는 하나의 창으로 작용할 수 있을 것이다.

본 논문은 보다 실질적으로 각 시기의 국가연구개발사업이 연구개발 현장에서 어떻게 작동하며 과학기술자들의 실행에 어떠한 영향을 끼쳤고, 역으로 이들의 실행이나 아이디어가 이후 시기의 국가연구개발사업에 어떤 변화를 가했는지를 살펴보기 위해 각 국가연구개발사업 전반에 대한 분석과 해당 사업에서 최우선 순위로 여겨진 과제에 대한 분석을 병행할 것이다. 특정연구개발사업, 선도기술개발사업, 21세기 프론티어 사업에서 모두 dynamic random-access memory(이하 DRAM)라는 반도체의 연구개발 과제는 최우선 순위로 여겨졌다. 이는 단순히 계획 단계에서 각 사업에서 최우선 과제로 여겨졌을 뿐만 아니라, 종료 이후에도 가장 성공적인 과제로 평가받았다. 예를 들어 과학기술처가 1998년에 출판한 『특정연구개발사업 연구성과』는 총 166개의 과제를 “성공 사례”로 나열하면서 그 중 첫 사례로 4M DRAM을 들었다. 이에 따르면 4M DRAM 과제를 통해 기업들이 차세대 반도체 기술에 대한 자체 개발 능력을 확보하게 됐고 부처와 기업들이 모두 참여함으로써 범국가적 공동연구 분위기 조성의 계기를 마련할 수 있었다.⁹⁾ 이러한 평가는 최근까지 이어져 21세기 프론티어 사업에서 시행된 테라급나노소자개발사업 역시 경제적 파급효과 평가에서 가장 높은 점수를 받으며 2010년에 종료된 과제들 중 최고의 성과로 평가받았다.¹⁰⁾ 이처럼 특정연구개발사업, 선도기술개발사업, 21세기 프론티어 사업 내에서 각각 최우선 과제로 여겨지고 종료 이후에도 최고의 성과로 평가받아온 4M DRAM, 256M DRAM, 테

8) 위의 책, 74, 76.

9) 과학기술처, 『특정연구개발사업 연구성과』 (과학기술처, 1998), 107.

10) 교육과학기술부, 『21C 프론티어 사업, 10년을 말하다』 (교육과학기술부, 2010), 251.

라급나노소자 개발 과제는 국가연구개발사업이라는 틀 안에서 실제 연구 개발 활동이 어떻게 일어나고 있는지를 들여다볼 수 있는 어느 정도 대표성 있는 창이 될 수 있을 것이다.

4M DRAM, 256M DRAM, 테라급나노소자 개발 과제가 갖는 보다 중요한 의미는 이들 과제가 차후의 국가연구개발사업 전체를 계획하는 과정에서 참고할만한 모범 사례로 여겨져 왔다는 점이다. 국가연구개발사업이 종결되고 후속 사업을 계획하는 과정에서 DRAM 개발 과제는 모범 사례로서 이후 사업에 적용됐고, 이전 사업에서 DRAM 개발 과제를 관리했던 인물은 이후 전체 사업의 기획단에 합류하여 국가연구개발사업의 전반적인 방향을 설정하는 역할을 수행했다. 즉 본 논문에서 다루고 있는 반도체 개발 과제들은 그 당시 시행되고 있던 국가연구개발사업이 실제적으로 어떻게 작동했는지를 보여줄 수 있는 예시일 뿐만 아니라, 이후 국가연구개발사업의 방향을 어느 정도 규정하는 여러 요인들 중 하나로서 중요한 의미를 지닌다.

본 논문은 특정연구개발사업, 선도기술개발사업, 21세기 프론티어 사업의 전체적인 계획 및 진행 과정과 각 사업 하에서 DRAM 연구개발 과제의 진행을 동시에 분석함으로써, 이에 결부된 정부 관료, 정부출연연구소 연구자, 기업 공학자, 사회과학자, 대학 교수 등과 같은 다양한 행위자들이 지니고 있었던 국가연구개발사업에 관한 다양한 이해방식이 연구 계획 및 관리, 연구 조직, 기술적 디자인 등과 같은 미시적인 요소에 어떻게 반영됐고, 이들이 다시 역으로, 국가연구개발사업의 성격, 정부와 기업 간의 관계 등을 규정짓는 거시적인 정책에 어떤 영향을 미쳤는지를 살펴볼 것이다.

사전연구 검토

국가연구개발사업의 제도적 특징

이장재의 연구 중 일부는 국가연구개발사업이 1990년 전후를 기준으로 어떻게 변화했는지를 보여준다. 그에 따르면, 사업의 개념이 1990년 이전까지 민간이 수행하기 어려운 분야에 대한 소규모 연구사업에서 1990년 이후 국가적 차원에서 필요한 기술적 문제를 해결하는 대형 협동 사업으로 변화했고, 과제 선정 방식은 단순한 공모 방식에서 조직적이고 체계적인 사전 조사 및 기획에 따른 도출로, 사업의 추진 주체는 정부출연연구소에서 산학연 협동으로 변화했다. 이러한 변화와 관련하여 이장재는 1990년 이전까지 특정연구개발사업은 목적이 불분명하고, 상공부의 공업기반기술개발사업과의 연계 및 조정이 이루어지지 않아 사업 및 과제가 중복되는 문제가 발생하고 있으며, 사업의 관리 주체와 평가 주체가 동일하여 평가의 객관성이 결여되는 문제가 있다고 평가했다.¹¹⁾

1990년대에 시행된 선도기술개발사업의 계획 과정에 직접 참여하기도 했던 박영일은 그의 박사학위 논문에서 선도기술개발사업의 계획 과정에 적용된 국가대형연구개발사업의 몇 가지 기본 원칙을 제시했다. 첫째는 국가정책목표 우선의 원칙으로, 선도기술개발사업의 계획 과정에서 이는 국가경쟁력 우선의 원칙이란 이름으로 추진됐고, 최종 수혜자가 민간 기업인 10개 과제는 민간기업 혜택 우선의 원칙이, 최종 수혜자가 일반 국민인 3개 과제는 공공우선의 원칙이 적용됐다. 둘째는 공정성 및 공개성의 원칙으로, 선도기술개발사업의 계획 과정에서 산학연의 전문가가 참여함으로써 준수됐다. 셋째는 경쟁 촉진의 원칙인데, 이는 공모된 과제들에 대해 대부분 한 개의 연구팀만이 지원을 하여 선도기술개발사업에 제

11) 이장재, “국가 연구개발사업 비교연구 - 특정연구개발사업과 공업기반기술개발 사업을 중심으로-”, (과학기술정책관리연구소, 1993), 38, 67; 이장재, “국가 연구개발 사업 구조의 비교: 특정 연구개발 사업과 공업 기반 기술 개발 사업을 중심으로”, 『과학기술정책』 제60권, (1994), 57-68.

대로 적용되지 못했다. 이 외에도 선도기술개발사업에는 계획 과정에서 전문가가 참여하는 전문성의 원칙, 기술 확보를 위한 다양한 수단을 확보하는 개발 방법 다양화의 원칙, 급변하는 기술적 상황에 맞추어 목표를 수정 및 대응할 수 있는 유연성 및 체계성의 원칙, 현실적인 연구자금 조달 및 인력 확보 계획과 병행하여 목표를 실천할 수 있도록 하는 실천 지향성의 원칙이 적용됐다.¹²⁾

제3공화국에서 6공화국까지의 연구개발정책을 개괄한 캠벨(Joel R. Campbell)은 1982년에 최초로 시행된 국가연구개발사업을 “과학기술정책의 혁신”이라고 평가했다. 1980년에 수립된 제5공화국의 과학기술처 장관 이정오는 일부 분야에 특화된 정부출연연구소들 간의 연구 내용이 서로 중복된다는 점과 이들 연구소들의 주무 부처가 분산되어 있다는 점을 문제시하며 16개의 정부출연연구소를 8개로 통폐합하여 주무 부처를 과학기술처로 일원화했다. 이어 과학기술처는 “기술드라이브 정책(technology drive policy)”를 수립한 뒤 전두환 대통령을 의장으로 하고 정부출연연구소장, 기업 연구소장들이 참여하는 기술진흥확대회의를 개최했다. 1982년에는 특정연구개발사업을 출범하여 1983년 220억 원의 연구지원금이 정부로부터, 160억 원의 연구지원금이 기업으로부터 투입됐다. 정부에 의해 조직된 정부출연연구소 및 기업연구소 간의 컨소시엄이라는 형태를 갖추고, 이에 정부와 기업들이 연구비를 제공하는 특정연구개발사업의 특징은 제5공화국을 시작으로 제6공화국까지 이어지는 국가연구개발사업의 특징이었다.¹³⁾

이민호는 선도기술개발사업과 21세기 프론티어 사업이 갖는 정책 제도의 연속성과 불연속성을 분석했다. 선도기술개발사업은 과학기술처 단일 부처 관리 하에 소형 과제 위주로 연구자에 의해 연구 과제가 제안되는 상향식(bottom-up)이었던 이전까지의 특정연구개발사업과는 달리, 범부

12) 박영일, “국가 대형연구개발사업의 기획 및 수행·평가에 관한 연구: 선도기술개발사업을 중심으로”, (대전: 한국과학기술원, 1995), 223-227.

13) Joel R. Campbell, *The Technology Policy of the Korean State Since 1961* (Lewiston, N.Y.: Edwin Mellen Press, c2008), 146-151.

처적으로 국가적 전략에 대응하는 분야를 대규모로 지원하는 하향식 대형 국가연구개발사업의 시초였다. 정부는 선도기술개발사업을 운영하는 과정에서 상시 기획 자문기구로 전문가로 구성된 위원회를 구성하여 운영했고, 이들은 실용화가 가능한 분명한 과제만을 선택하여 집중적으로 지원했다. 선도기술개발사업에 대한 산업계의 참여는 중소기업보다는 대기업에 의해 활발히 이루어졌다. 선도기술개발사업에 투입된 총 연구비 36,089억 원 중 산업계는 20,722억 원을 지원했는데 이 중에서도 대기업의 참여 연구비는 15,325억 원으로 전체 연구비 중 42.4%에 달했다.¹⁴⁾

21세기 프론티어 사업은 이전 사업인 선도기술개발사업에 비해 산업계의 참여가 적극적이지 않았던 반면, 대학의 참여가 활발했다는 특징이 있다. 투입 연구비의 측면에서 선도기술개발사업의 경우 대학은 전체 연구비 중 5.7%의 연구비를 배정 받았던 반면, 21세기 프론티어 사업은 31.1%의 연구비를 사용했다. 또한 대학은 선도기술개발사업에서 1,901개의 과제를 수행했는데 이는 21세기 프론티어 사업에 와서 3,405개로 전체 과제 수의 54.1%를 차지했다. 또한 21세기 프론티어 사업의 과제들은 독립적인 사업단을 구성하여 교육과학기술부와 직접 연구협약을 맺는다는 특징이 있었다. 이는 사업단의 전문성과 자율성을 바탕으로 내부 과제들에 대해 연구비를 보다 효율적으로 배분하고 외부 환경에 보다 신속히 대응할 수 있다는 장점이 있었다.¹⁵⁾ 이러한 선도기술개발사업에서 21세기 프론티어 사업의 제도적 특징들은 국내 관료제의 특성상 큰 틀에서 대형연구개발사업이라는 정책 제도는 유지되고 있는 반면, 사업에 참여하는 연구개발 주체, 과제의 관리 및 평가 방식은 상황에 따라 변화했다는 점을 보여준다.¹⁶⁾

14) 이민호, “대형국가연구개발사업의 제도적 진화에 관한 연구: G7, 21C Frontier, 차세대성장동력 사업을 중심으로”, (서울: 고려대학교 대학원, 2012), 46-50.

15) 위의 책, 143-146, 153-156. 이민호의 박사학위 논문은 다음 논문으로도 출판됐다. 염재호, 이민호, “대형국가연구개발사업 정책의 제도적 분석: 정책제도의 지속과 변화”, 『기술혁신학회지』 제15권 제1호 (2012), 129-162.

16) 염재호, 이민호, “대형국가연구개발사업 정책의 제도적 분석: 정책제도의 지속과 변화”, 『기술혁신학회지』 제15권 제1호 (2012), 157-159.

서울대학교의 시장과 정부 연구센터는 21세기 프론티어 사업에서 진행된 인간유전체사업과 자생식물사업의 성과를 같은 시기 연구재단의 일반연구자사업의 성과와 비교하는 작업을 수행했다. 21세기 프론티어 사업은 2010년까지 전략기술 분야에서 세계 선두권 진입이라는 목표 하에 1999년에 출범한 사업으로, 이후 2009년까지 총 22개의 사업단을 대상으로 정부 연구비 1조 2,450억 원, 민간 연구비 3,306억 원이 투입됐는데, 이 중에서도 인간유전체 기능연구사업단과 자생식물이용 기술개발 사업단에 각각 약 1,094억 원과 1,147억 원의 연구비가 투입됐다.¹⁷⁾ 이러한 두 사업단이 출판한 논문의 주제어를 2009년 저명 국제 학술지에 발표된 논문의 주제어 정보와 어느 정도 일치하는지를 성과 지표로 삼아 이를 연구재단의 일반연구자사업의 성과와 비교한 결과, 전자에 훨씬 대규모의 자원이 투입됐음에도 불구하고 두 사업 간의 큰 차이가 없었다. 이를 통해 연구센터는 21세기 프론티어 사업의 성격이 새로운 과학지식의 창출보다는 기존의 지식을 사업화하는 것에 더 가까웠다고 평가했다.¹⁸⁾

위에서 살펴본 대로, 최초의 국가연구개발사업인 특정연구개발사업은 과학기술처의 일원화된 상향식 체제 하에서 소규모 과제들을 지원하고 컨소시엄을 통해 산학연 협동 연구를 장려했다는 특징이 있다. 이어서 1990년대 범부처적으로 출범한 선도기술개발사업은 최초의 대형연구개발사업으로서 명확한 목표 설정 하에 전문가를 중심으로 사업이 계획되었고, 산업계 중에서도 대기업의 참여가 크게 두드러졌다. 2000년대에 수립된 21세기 프론티어 사업은 독립적인 사업단을 중심으로 운영됐고, 이전 사업에 비해 대학 연구실의 참여 비율이 크게 증가했다는 특징이 있었다. 이러한 각 국가연구개발사업들의 특징들을 1980년대 이후 한국의 연구개발 체제의 변화라는 보다 거시적인 맥락 속에서 이해하기 위해서는 세 사업들을 포함하여 국내외 연구개발 활동의 성격이 어떻게 변화했는

17) 시장과 정부 연구센터, “21세기 프론티어사업 성과분석” (시장과 정부 연구센터, 2015), 9-27.

18) 위의 책, 91-93.

지를 살펴볼 필요가 있을 것이다.

1980년대 이후 국내외 연구개발의 역사

국내외 과학기술사학자들의 연구는 각각의 국가연구개발사업들을 둘러싼 보다 거시적인 국내외의 맥락을 제공해준다는 점에서 의미가 있다. 이러한 점에서 현대 한국의 과학기술에 관한 김근배의 거시적인 분석은 이 논문이 다루는 1980-2010년의 상황을 그려내는 데 중요한 출발점이 될 수 있다. 그는 현대 한국의 과학기술에서 “국가 주도의 총력전이 일상이 되었다”고 지적하면서, 과학자사회의 자율적 활동에 의지했던 서구와 달리 한국은 국가의 제도가 연구개발 활동들을 견인했다고 평가했다. 즉 국가의 정치 권력에 의해 조성된 비상 체제 하에서 과학기술자들은 국가가 제시한 “반드시 성취해야 하는 엄중한 과제”를 수행하는 “국가의 역군”으로서 활동을 이어나갔다는 것이다.¹⁹⁾ 여기서 주목할만한 점은 그러한 동원을 가능하게 했던 중심적인 제도들이 시대에 따라 변했다는 점으로, 김근배는 1980년대 이후 중심적인 역할을 수행했던 제도로 국가연구개발사업을 들었다.²⁰⁾ 특히 1982년에 시행된 특정연구개발사업을 시작으로 각종 국가적인 대규모 연구개발사업들이 중심적인 제도로 자리잡으면서 대형 프로젝트들을 통해 “산학연이 모두 참여하는 과학기술 총력전”이 전개되기 시작했다.²¹⁾

신향숙은 제5공화국에서 수립된 기술드라이브 정책과 기술진흥확대회의를 중심으로 이 시기의 과학기술 정책이 박정희 시기와 어떤 면에서 연속적이고, 또 다른 어떤 면에서 불연속적인지를 분석했다. 1977년부터 추진된 제4차 경제개발5개년 계획은 경제의 발전을 보조하는 것이 아니라 선도하는 것으로 과학기술의 역할을 규정했다는 점에서 인식의 전환

19) 김근배, 『한국 과학기술혁명의 구조』 (과주: 들녘, 2016), 116.

20) 위의 책, 139.

21) 위의 책, 154.

이 있었다. 특히 정부는 과학기술 체제를 민간 주도형으로 전환하기 위해 기술개발촉진법을 개정하고 민간 기업 연구소의 설립을 지시했으며, 그 외에도 두뇌 산업의 육성, 장기적 대형 연구개발 추진 등에 관심을 갖기 시작했다. 이후 제5공화국은 1970년대 제1 도약을 가능케 했던 “수출드라이브 정책”에 대한 대안으로 제2 도약을 위한 “기술드라이브 정책”을 수립했는데, “기술약진전략”이라고도 불린 이 정책의 핵심적인 내용들은 1977년 이후 형성된 구상들이 구체화된 측면이 있었다. 하지만 이와 동시에 제5공화국이 내세운 “제2도약”은 과학기술에 단순히 경제가 아니라 선진 복지 사회의 건설이라는 국가적 발전을 선도하는 역할을 부여했다는 점에서 이전 시기와 다른 새로운 측면이 있었다. 이처럼 높아진 위상은 대통령의 주재 하에 국무위원, 정치 및 경제계, 학계 200여 명의 인사가 참여하는 기술진흥확대회의를 통해 구현됐다.²²⁾

국가가 최초로 대규모 연구개발사업을 추진한 사례로서 특정연구개발사업과 이후에 파생된 각종 국가연구개발사업들은 여러 연구들에 의해 분석되어 왔다. 홍성주는 특정연구개발사업을 시작으로 과학기술처의 국가연구개발사업이 기타 부처로 확산됐고, 1990년대에 들어 과학기술처는 선도기술개발사업으로 대형 연구개발사업을 이어나갔음을 보여주었다. 과학기술처는 기존의 방식대로 정부출연연구소가 기업에 기술적 지원을 제공하는 방식이 더이상 지속 가능하지 않다고 판단하고, 특정연구개발사업을 통해 실패 위험성이 높거나 기술 도입이 용이하지 않은 분야에 대해 민관 컨소시엄의 연구 활동을 지원하는 전략을 선택했다. 특정연구개발사업은 이후 시분할 전전자교환기 개발, 4M DRAM의 개발 등과 같은 가시적인 성과들이 나타나면서 이후 기타 부처들이 수립한 유사한 사업들의 모형이 됐다. 특정연구개발사업의 모형은 이후 1987년에 수립된 공업기반기술개발사업, 1988년의 대체에너지기술개발사업, 1990년대의 정

22) 신향숙, “제5공화국의 과학 기술 정책과 박정희 시대 유산의 변용: 기술 드라이브 정책과 기술 진흥 확대 회의를 중심으로”. 『한국과학사학회지』 제37권 제3호 (2015), 519-553.

보통신연구개발사업, 환경기술개발사업, 보건의료기술개발사업, 건설기술개발사업, 농업기술개발사업 등과 같은 부처별 국가연구개발사업들로 확산됐다.²³⁾

문만용은 특정연구개발사업이 최초의 국가주도 연구개발사업으로서 이전 시기까지 개별적으로 연구소를 설립 및 육성하던 방식에서 직접적으로 대규모 연구비를 지원하고 관리하는 사업으로 전환된 것이라고 분석했다. 1970년대까지 특정연구기관육성법에 근거하여 정부출연연구소 별로 정부가 출연금을 지원한 뒤 각 연구소들이 개별적으로 연구를 계획하고 실행하던 방식과 달리 정부가 정부출연연구소 뿐만 아니라 산업계와 학계에 이르기까지 연구비를 지원한 뒤 연구 활동을 관리하게 된 것이다. 이와 같은 특정연구개발사업의 특성을 통해 정부출연연구소의 역할을 민관 협동 연구의 책임 기관으로서 새롭게 모색할 수 있었고, 기업과 대학들이 연구소 설립을 통해 연구 역량을 성장시킬 수 있었다. 특정연구개발사업을 시작으로 국가가 특정한 목적의 핵심기술 개발을 위해 대규모의 연구개발비를 투입하여 산학연의 공동개발을 추진하는 방식은 “국가주도의 한국 과학기술 연구개발의 독특한 양상으로 자리 잡았다.”²⁴⁾

송위진은 21세기 프론티어 사업을 “창조적 혁신을 이끌기 위해 새로운 방식의 국가연구개발사업”으로 평가했다. 송위진에 따르면, 이 사업은 새로운 조직 구조와 운영 방식을 도입했다는 점에서 탈추격형 과학기술정책의 특징을 지니고 있었다. 21세기 프론티어 사업은 세계시장을 주도할 수 있는 기초 및 원천기술의 확보를 목표로 한 사업으로 이를 통해 대학에 대한 연구비 지원이 확대됐다. 기존의 모방형 연구 관행 및 조직운영과는 단절이 필요하다는 인식에서 21세기 프론티어 사업은 연구책임자의 연구비 및 연구인력 운영에 관한 권한을 크게 강화하여 연구자의 자율성을 증진시킬 수 있는 연구단 체제로 운영됐다.²⁵⁾

23) 홍성주, 송위진, 『현대 한국의 과학기술 정책』 (과주: 들녘, 2017), 125-136.

24) 문만용, 『한국 과학기술 연구체제의 진화』 (과주: 들녘, 2017), 251-259.

김근배, 신향숙, 문만용, 홍성주, 송위진이 정부의 정책을 중심으로 1980년대 이후의 연구개발을 분석했다면, 박진희, 송성수, 박희제는 각각 정부출연연구소, 기업, 대학에서의 연구자들 및 연구개발 활동에 관한 분석을 시도했다. 박진희는 제5공화국 출범 직후 시행된 정부출연연구소 통폐합과 특정연구개발사업의 시행으로 그간 연구소들이 누릴 수 있었던 자율성이 상당 부분 제한되기 시작했음을 보였다. 정부는 정부출연연구소들의 비효율성을 지적하면서 각 부처에 속해 있었던 16개의 연구소들을 9개의 기관으로 통합 및 개편하였고 이들을 과학기술처가 총괄하도록 했다. 또한 특정연구개발사업은 국가적으로 요구되는 기술을 연구소의 연구개발 활동과 직접 연계시키려 한 시도로, 이전까지 연구소들이 직접 예산을 확보한 뒤 연구를 수행했던 것과 달리, 정부에서 계획된 국책연구개발사업을 중심으로 연구가 이루어지게 되면서, 인사, 예산, 연구개발 내용 등에 있어서 정부의 개입이 심화됐다. 이로 인해 정부출연연구소 연구원들의 이탈이 증가하자, 새로 출범한 김영삼 정부는 총연구원가제도(Project-Based System)을 도입했다. 이 제도는 정부가 연구원들의 인건비를 지원하지 않는 대신 프로젝트 수주를 자율적으로 할 수 있게끔 함으로써 예산 자율권을 확보해주려는 시도였으나, 연구자들은 재정 압력으로 인해 단기 프로젝트에만 집중할 수 없게 됐다. 1999년에는 또 다시 정부출연연구소의 재량권을 확대하는 취지로 연구회 체제로의 전환을 시도하고 연봉제를 실시하기도 했지만 직업 안정성에 대한 위협을 받은 연구원들은 정부출연연구소로부터 계속해서 이탈해 나갔다.²⁵⁾

송성수는 비슷한 시기 삼성의 반도체 부문에서의 발전 과정을 검토하면서, 이를 기술의 습득 단계(1974-1982), 추격 단계(1982-1988), 창출 단계(1988년 이후)로 구분하며 분석했다. 1974년 한국반도체 주식을 매입

25) 홍성주, 송위진, 『현대한국의 과학기술 정책』, 209-239.

26) 박진희, “연구자집단의 성장과 변천,” 김환석 외, 『한국의 과학자사회: 역사, 구조, 사회화』 (서울: 궁리, 2010), 209-214. 1990년대 정부출연연구기관 관리제도의 변화에 대한 분석으로는 다음을 참조. 엄수홍, “정부출연연구기관 관리제도의 형성, 1989-1999 정부부처의 통제문제를 중심으로” (서울: 서울대학교 대학원, 2016).

하고 반도체 산업에 진출한 삼성은 전자시계 및 텔레비전에 사용되는 트랜지스터와 집적회로를 국산화하는 데 성공했다. 1981년 정부가 반도체 육성 계획을 수립하고 현대, 금성과 같은 대기업들이 반도체 산업에 관심을 보이기 시작할 무렵, 삼성 역시 1983년 1월 미국 출장팀을 구성하여 초고집적반도체와 관련된 자료를 입수하고 디램(dynamic random-access memory, 이하 DRAM)을 주력 품목으로 선정했다. 삼성은 미국 반도체 업계에서 경험을 쌓은 이임성 박사, 이상준 박사, 이일복 박사, 이종길 박사, 박용의 박사 등을 영입하고, 일본의 Sharp사로부터 공정 및 검사기술을, 미국의 Micron으로부터 설계기술을 도입하여 1983년 11월에는 최초로 64K 디램을 개발하는 데 성공했다. 이후 삼성은 6년 동안 256K, 1M, 4M DRAM을 개발하는 데 성공했고, 특히 4M D램의 개발을 기점으로 그 이전까지 자체개발을 하되 기술경로에 대한 선택지는 제공되는 상황에서 그 이후에는 모범 사례를 참조할 수 없는 상황으로 나아가게 됐다. 송성수는 이러한 급속한 발전이 가능했던 이유로 최고경영진의 빠른 의사결정, S램과 D램, 5인치와 6인치 웨이퍼, 트랜치 방식과 스택 방식과 같은 다양한 기술경로들에서의 적절한 선택, 병렬적 개발 시스템 등을 들면서 이 시기 삼성의 기술 수준이 “추격에서 선도로(from catch-up to innovation leader)” 나아갈 수 있었다고 평가했다.²⁷⁾

박희제는 1980년대 이후 한국 대학의 연구 능력이 급성장하게 된 배경과 그 성격을 밝혔다. 1980년대 이후 대학의 연구개발비는 급속히 증가하게 됐는데 이는 정부 및 공공재원에 전적으로 기대고 있는 것으로, 1991년에서 2004년 사이 대학의 연구비에서 공공재원의 비율은 31%에서 73%로 크게 증가했다. 박희제는 1980년대 이후 정부 주도로 이루어진 대학 연구의 성장이 한국의 과학자사회 내의 자율적인 보상구조의 정책을 더욱 더디게 하는 결과를 낳았고 이로 인해 학계에서의 보상이 동료

27) 송성수, “삼성 반도체 부문의 성장과 기술능력의 발전”, 『한국과학사학회지』 제20권 제2호 (1998), 151-188; 송성수, “추격에서 선도로: 삼성 반도체의 기술발전 과정”, 『한국과학사학회지』 제30권 제2호 (2008), 517-544.

들의 인정과 같은 명예보다는 정부 정책에 편승 여부에 의해 결정되는 부작용을 낳았다고 진단했다. 그에 따르면 이러한 결과는, 비슷한 시기 기초과학에 대한 정부 지원의 감소를 기업과의 연계 확대를 통해 해결하려고 한 서구의 경험과는 달리, “정부 주도로 이루어진 과학의 상업화”라는 독특한 경로를 거치면서 발생한 것이었다.²⁸⁾

최형섭은 1996년에 설립된 서울대 초미세소자기술연구소를 통해 1990년대에 들어 연구개발을 자체적으로 지원할 수 있을 정도로 성장한 재벌과 연구의 중심지로서 대학이 성장하는 과정을 구체적인 행위자들의 실행을 통해 드러내보였다. 이 서술에서 등장하는 서울대의 이홍희, 김기범, 박병국 교수는 유학 후 미국의 기업 연구소 및 대학에서 연구 경력을 쌓은 뒤 서울대로 자리를 옮겨 선도기술개발사업의 256M DRAM 개발 프로젝트에 참여했다. 이들은 테라급의 반도체 소자를 개발하겠다는 계획으로 LG로부터 연구비를 지원받았고, 이후에도 21세기 프론티어 사업에 참여했다. 최형섭은 테라급 메모리와 같이 실현 가능성이 불분명한 측면이 오히려 세 연구자에게 “출현하는 기회(emerging opportunities)”로 작용했다고 평가했다.²⁹⁾ 최형섭의 서술 방법은 특히 정책상의 구호나

28) 박희제, “한국 대학에서의 과학연구의 성격과 변화,” 김환석 외, 『한국의 과학자사회』, 147-181. 강기천은 1986년 목적기초연구비의 집행과 함께 “기초연구”의 범주가 확대되어 통계상 기초연구 투자 비율이 증가하게 된 점을 지적한 바 있다. 강기천, “한국과학재단의 설립과 대학의 기초연구, 1962-1989” (서울: 서울대학교 대학원, 2014). 박희제 역시 “‘기초과학’을 강조하는 레토릭과 실제 연구비 배분양상의 현격한 차이”에 관한 경험적 연구가 필요하다고 보았다. 박희제, “한국 대학에서의 과학연구의 성격과 변화,” 178. KAIST와 포항공대의 역사에 관한 연구로는 다음을 참조. Dong-Won Kim and Stuart W. Leslie, “Winning Markets or Winning Nobel Prizes? KAIST and the Challenges of Late Industrialization,” *Osiris* 13 (1998), 154-185; Gyeong Soon Im, “The Birth of the Postech: The Building of a Research University in Korea,” in *Current Perspective in the History of Science in East Asia*, eds. Yung Sik Kim and Francesca Bray (Seoul: Seoul National University Press, 1999), 238-242.

29) Hyungsub Choi, “Emerging Opportunities: Nanoelectronics and Engineering Research in a South Korean University,” *History and Technology* 30(4) (2015), 334-353. 한편 나노기술과 관련하여 정책의 영향력을 강조한 연구로는 다음을 참조. 이은경, “한국의 나노기술: 초기 정책 형성과 사회적 수용을 중심으로,” 『과학기술학연구』 제7권 제1호 (2007), 91-116.

선언들보다는 개별적인 행위자들의 경력을 따라가면서 1990년대 한국의 거시적인 변화들, 예를 들어 정부출연연구소에서 대학으로의 연구 중심지의 이동, 재벌의 성장 등과 같은 시대적 특징들을 포착했다는 점에서 의미가 있다.

한편 위의 사전연구들은 주어진 대상을 “어떻게” 서술할 것인지에 대한 커다란 간극을 남겨놓았다. 먼저, 김근배, 문만용, 홍성주, 송위진, 박진희, 송성수, 박희제의 연구는 1980년대 이후 국내 과학기술계 지형도의 변화를 거시적인 측면에서 명확하게 보여주었다는 점에서 의미가 있으나, 이러한 거시적인 관점은 거대한 변화 이면에 개별적인 주요 행위자들의 의도나 전략, 우연의 발생 등과 같은 측면을 바라볼 수 없다는 난점이 있다. 반대로 최형섭의 연구는 구체적인 행위자들의 의도나 전략 등을 구체적으로 들여다볼 수 있지만, 서울대 초미세소자기술연구소라는 제한된 범위로 인해 그 안에서 발굴된 미시적인 요소들 역시 사전연구자들에 의해 이미 주어진, 당시 재벌 기업들의 연구개발 투자 증대와 대학의 성장이라는, 거시적인 맥락에 맞추어나가며 해석할 수밖에 없다는 어려움이 있다. 이처럼 거시적인 서술과 미시적인 서술 사이의 간극은 비단 국내 과학기술사학계만의 문제가 아니라, 20세기 후반의 과학기술을 분석하는 모든 과학기술사학자들에게 적용되는 문제라 할 수 있다. 미국의 과학사학자 카이저(David Kaiser)는 이를 “스케일의 문제(problem of scale)”라 일컬으며 다음과 같이 말했다.

얼마 전부터 과학사학자들은 우리의 가장 소중한 방법론적 접근법과 철저한 검토를 요구하는 현상의 전체 부류들 사이에서 부조화를 느끼기 시작했다. [...] 여기에는 스케일의 문제가 있다. [...] 가까이 들여다보는 사례 연구, 심층적인 아카이브 자료 발굴, 미시사, 비교분석[과 같은 방법론들은] 2차 세계대전 이후의 과학 활동을 특징짓는 인력, 장소, 논문의 폭발적 증대라는 외면할 수 없는 사실에 걸맞지 않는 것으로 보인다.³⁰⁾

30) David Kaiser, “Booms, Busts, and the Worlds of Ideas: Enrollment Pressures

분석 대상의 규모와 역사학적 방법론 간의 이러한 간극을 다소나마 좁히기 위한 한 가지 시도로 본 논문은 기술사학자 미사(Thomas Misa)가 기술에 대한 미시적인 접근과 거시적인 접근 사이에서 제안했던 “중간 규모(meso-scale)” 접근법을 취하고자 한다. 미사는 이러한 접근을 통해 기존의 두 접근법이 간과하고 있었던 중간 지대, 이를테면 개인과 국가, 시장과 기업 등을 매개하는 기관들의 역할을 규명할 수 있을 것이라 제안했다.³¹⁾ 본 논문이 분석의 대상으로 삼고 있는 특정연구개발사업, 선도기술개발사업, 21세기 프론티어 사업은 정부 관료들에 의해 계획되고 정부출연연구소, 기업, 대학 등 국내 다양한 연구기관들이 참여한다는 점에서 어떤 단일한 국가와 개별 연구기관 사이를 매개하는 중간 규모의 영역에 위치한다고 볼 수 있다. 더욱이 본 논문은 각 사업에서 최우선 순위로 여겨졌던 반도체 개발 과제들을 들여다봄으로써, 다양한 기관들에 속해 있었던 행위자들이 기술혁신, 기업, 국가 등에 대해 지니고 있던 다양한 생각들이 국가연구개발사업을 매개로 어떻게 유통되며 충돌 또는 타협했고, 이후 국가연구개발사업의 성격, 정부와 기업 간의 관계 등을 규정짓는 거시적인 정책들에 어떤 영향을 미쳤는지를 드러내 보일 것이다.

이에 더해 같은 시기 국제적인 상황에도 주목할 필요가 있다. 1970년대에 이르기까지 세계 시장에서 일본 기업들이 급성장하자 서구 기업들은 더 이상 일본 기업에 기술 노하우를 전수하지 않았다. 이러한 위기에 대응하여 일본 정부는 기존 중화학 공업에서 컴퓨터나 미세전자 분야와 같은 지식 집약적 산업으로 산업구조를 개편하고자 했다. 1980년에 통상산업성(Ministry of International Trade and Industry, MITI)이 출간한 보고서에 따르면, 정부의 목표는 일본을 기존의 “무역입국”에서 “기술입

and the Challenge of Specialization,” *Osiris* 27 (1) (2012), 276.

31) Thomas J. Misa, “Retrieving Sociotechnical Change from Technological Determinism.” in Merritt Roe Smith and Leo Marx eds., *Does Technology Drive History? The Dilemma of Technological Determinism* (Cambridge, Mass.: MIT Press, c1994), 139.

국”으로 전환시키는 것이었고, 이를 위해 사회적 진보의 원천으로서 기술혁신의 중요성을 강조했다.³²⁾ 이러한 정부의 노력이 가장 초기에 적용된 예는 1976년에 컨소시엄의 형태로 출범한 초고집적반도체(Very Large Scale Integration) 개발 과제로, 이는 통상산업성에 의해 처음으로 수립된 국가연구개발사업(National Research and Development Program) 하에서 수행됐다. 이 과제는 1M 이상 급의 메모리 반도체 개발에 필요한 집적회로의 개발을 목표로 후지츠, 히타치, 미츠비시, 도시바 등의 기업들과 통상산업성의 전기기술연구소(Electro-Technical Laboratory), 공공 통신 기업 NTT가 공동으로 참여했고, 이들 서로 간의 기술 교류와 경쟁을 통해 일본의 기업들이 세계 시장에서 경쟁력을 갖게 하는 데 성공했다.³³⁾

한편 칼롱(Scott Callon)의 연구는 국가연구개발사업으로 진행된 VLSI 컨소시엄 과제가 기업 간 협업보다는 경쟁을 통해 성공할 수 있었다고 분석했다. 전체 연구비 예산의 15%만이 기업들의 연구원들이 공동으로 참여하는 공동 연구실에 투입되고, 나머지 85%는 각각의 기업 연구소에 투입되어 기업들 간의 기술 교류 경로는 최소화된 채로 운영됐다. 게다가 기업들은 공동 연구실에 연구 역량이 비교적 뒤처지는 연구원을 참여시켰고, 연구 장비로 입구를 막아 다른 연구원의 출입을 막기도 했으며, 정부에 제출하는 보고서에 기술적으로 유용한 정보는 신지 않았다. 결국 이들 공동 연구실에서의 연구를 통해 특허는 한 건도 발생하지 않았는데, 그럼에도 불구하고 VLSI 컨소시엄이 성공할 수 있었던 원인은 정부의 주재로 기업들의 협업이 원활하게 이루어졌기 때문이라기보다는, IBM을 추격해야 했던 당시의 상황에서 통상산업성의 풍부한 보조금을 바탕으로 일본 제조업체들이 서로 치열하게 경쟁할 수 있었기 때문이었다.³⁴⁾

32) Tessa Morris-Suzuki, *The Technological Transformation of Japan: From the Seventeenth to the Twenty-first Century* (Cambridge; New York: Cambridge University Press, 1994), 209-211.

33) 위의 책, 213-214.

1980년대 이후 세계 시장에서 일본 기업들의 도전에 미국 제조업체들이 고전을 면치 못하자 미국 각계각층에서 갖가지 진단들이 등장하기 시작했다. 레이건 행정부의 국방정보국(Defense Intelligence Agency)은 1983년 일본 등의 산업 경쟁력의 원인을 분석하기 위해 비밀리에 프로젝트 소크라테스(Project Socrates)를 구성했고, 2년 후 산업경쟁력위원회(Commission on Industrial Competitiveness)는 첨단 기술 분야에 대한 산업정책의 필요성을 주장했다. 특히 미국의 반도체 제조사들은 반도체 연구조합(Semiconductor Research Corporation, SRC)을 결성하고 이에 대학을 포함시켜 대학의 연구 활동과 인력 양성 기능을 활용하고자 했다. 1987년 레이건 행정부는 국방부의 재원으로 반도체 제조업체, 장비 및 재료 공급업체, 대학, 연구소 등을 모두 엮은 세마텍(Semiconductor Manufacturing Technology, SEMATECH)이라는 컨소시엄을 구성하고, 노광기술, 신소재, 공정개발 등 반도체에 관한 모든 분야에서의 지식과 기술의 교류를 원활하게 하고자 했다.³⁴⁾

위에서 살펴본 바와 같이, 1980년대 이후는 국제적으로 첨단산업 분야에서의 경쟁이 치열해지면서 이에 대한 대응으로 주요 국가들에서 연구개발사업의 형태로 정부가 연구개발비를 기업에 지원하여 산업계의 기술개발을 촉진할 수 있도록 하는 정책들이 적극적으로 수립되고 시행되던 시기였다. 한국은 일본과 비슷한 시기에 과학기술처의 특정연구개발사업을 시작으로 전 부처로 사업들이 확산되면서, 과학기술의 중심지대가 기존의 정부출연연구소에서 국가연구개발사업으로 옮겨졌다. 이러한 국가연구개발사업에 대한 기존의 사회과학적 분석들은 각 사업들의 특징을 분석하는 데 연구의 목적이 있었던 만큼, 그러한 사업들이 어떤 맥락 하에서 계획되고 시행된 것인지에 대한 이해를 얻기에는 어려움이 있다.

34) Scott Callon, *Divided Sun: MITI and the Breakdown of Japanese High-tech Industrial Policy, 1975-1993* (Stanford, Calif.: Stanford University Press, c1995).

35) Larry D. Browning and Judy C. Shetler, *SEMATECH: Saving the US Semiconductor Industry* (College Station: Texas A&M University Press, 2000).

반면, 1980년대 이후의 연구개발 체제의 변화를 분석한 역사학계의 연구들은 앞서 언급했던 서술 방법론적인 난점 외에도, 많은 경우 정부 주도적인 관점에서 정부의 정책을 주어진 것으로 상정함으로써 해당 정책이 형성되는 절차나 정책이 시행되며 동시에 사후 정당화되는 과정을 명확히 이해하기에 어려움이 있다. 물론 국가연구개발사업은 형식적으로 정부 부처에 의해 수립된 정책적 수단이었지만, 이는 사업에 참여한 다양한 연구개발 주체들에 의해서 혁신에 대한 서로 다른 이해 방식들이 서로 경합하고, 그러한 경합의 결과가 이후 사업의 실질적인 내용에 반영되는 과정이기도 했다. 본 논문은 특정연구개발사업, 선도기술개발사업, 21세기 프론티어 사업의 사례를 통해 국가연구개발사업들을 보다 구체적인 수준에서 뒷받침하고 있는 이론적, 경험적 근거들이 무엇으로부터 비롯된 것이고, 일련의 사업들이 거듭되며 어떤 측면이 강화되거나 약화되며 현재의 국가연구개발사업 체제에 이르게 되었는지를 살필 것이다.

논문의 구조 및 내용

본 논문은 총 3부로 구성된다. 각 부는 국가연구개발사업과 해당 사업 내에서 최우선 순위로 여겨졌던 DRAM 개발 과제를 각 한 장씩 총 두 장에 걸쳐 분석할 것이다. 1부의 1장에서는 1980년 신군부의 집권 이후 청와대, 과학기술처, 정부출연연구소, 학계, 산업계로 확산된 국방과학연구소 출신 인사들이 특정연구개발사업을 시행하면서, 과제 협약 제도, 진도 관리 테크닉, 과제 평가 방식 등을 비롯한 1970년대 국방과학연구소의 무기개발 관리체제가 국가연구개발사업의 형태로 구현되는 과정을 다룰 것이다. 이어서 2장에서는 국방과학연구소의 연구개발 체제의 기반 위에서 재벌 기업들의 공학자들이 참여하는 형태로 추진된 4M DRAM 개발 컨소시엄(1986-1989)을 분석한다. 국방과학연구소 출신의 컨소시엄

프로그램 매니저와 재벌 기업의 공학자들은 기술혁신을 이루기 위해 어떤 기술적 목표를 설정해야 하는지, 이상적인 연구 조직은 어떤 형태인지, 의사소통은 어떻게 이루어져야 하는지 등에 대한 서로 다른 이해와 실행 방식을 지니고 있었다. 2장은 기술혁신을 둘러싼 다양한 실행들이 충돌하고 때론 표면상으로 타협하는 과정을 통해 국방과학연구소로부터 도입된 무기개발 관리체제 위에 상품 개발의 목표가 결합하기 시작하는 한 계기를 드러내고자 한다.

2부는 특정연구개발사업의 시행을 통해 자리 잡은 관리체제 위에서 기업의 상품 개발이라는 목표가 결합하고, 그 결과물 중 하나로 1990년대에 형성된 기술혁신에 대한 독특한 이해 방식이 “모방에서 혁신으로”의 전환에 대한 당시의 인식에 어떤 영향을 끼쳤는지를 분석한다. 2부의 첫 장인 3장에서는 “민간 주도”라는 기치 하에 시행된 선도기술개발사업을 분석한다. 재벌 기업 공학자들의 DRAM 개발 성공, 그리고 더욱 폭넓게는 1980년대 후반 이후 재벌 기업의 급속한 성장과 민주화 운동을 거치면서 재벌 기업 연구소 출신 인사들이 국가연구개발사업에 적극적으로 개입할 수 있게 됐다. 이들과 더불어 경제 관료, 사회과학자들은 1980년대에 특정연구개발사업을 통해 확립된 협약 체제, 진도 관리 방식 등을 그대로 유지한 채 기업의 제품 개발을 목표로 하는 국가연구개발사업을 계획했다. 4장에서 다루는 256M DRAM 개발 과제(1993-1997)는 이에 참여한 삼성, 금성, 현대 스스로가 과제의 계획, 관리, 평가에 대한 주체가 되어 추진한 컨소시엄이었으나, 정작 256M DRAM은 컨소시엄의 계획과는 무관하게 삼성에 의해 독자적으로 개발됐다. 이후 반도체는 대중담론에서 혁신의 대표적인 성공사례로 알려지기 시작했고, 국내 혁신학계의 사회과학자들 역시 이를 “국가혁신체제(National Innovation System)”라는 관점 하에서 하나의 사례로 다룸으로써 해당 관점을 사례 연구를 통해 강화하는 데 기여했다. 더욱 폭넓게는 한국과 일본의 성공 사례들에 주목한 국내외 사회과학자들은 전통적인 혁신 개념을 재고하고 혁신을 이해할 수 있는 새로운 방식을 제안함으로써, 한국이 1980-90년

대를 거치면서 모방에서 혁신으로 나아갈 수 있었다는 주장의 이론적 전제를 마련했다.

3부는 2000년대에 들어 국가연구개발사업이 새롭게 내건 원천기술의 개발이라는 구호 하에서 대학이 어떻게 주요 행위자로 어떻게 부상할 수 있었는지를 분석한다. 2000년을 전후하여 대학 교수들은 스스로를 국가 혁신체제의 틀 안에 위치시키고 이 안에서 상품의 품질 보증을 위한 중, 장기적 지식생산자로서 스스로의 역할을 규정했다. 5장에서 다루는 21세기 프론티어 사업의 계획 및 시행 과정은, 대학 교수들이 국가연구개발 사업을 계획하는 주요 집단으로 성장하는 과정이면서 동시에 이들 대학 연구실들로 하여금 산업계와의 긴밀한 연계를 구축하고 그 안에서의 역할을 모색하도록 요구하는 과정이었다. 테라급나노소자개발사업(2001-2010)을 분석하는 6장에서는 산업계와의 긴밀한 연계의 유무가 대학의 연구실에 미치는 영향을 서울대 재료공학부의 양자점 연구실, 부산대학교 물리학과와 강유전체 연구실의 비교를 통해 확인하고, 이를 통해 2000년대 이후 국가연구개발사업을 매개로 새롭게 형성된 산학 네트워크의 특성을 살펴본다.

제 1 부 무기개발체제로서의
국가연구개발사업, 1980-1990

제 1 장 특정연구개발사업

특정연구개발사업은 과학기술처에 의해 1982년부터 시행된 국내 최초의 국가연구개발사업으로, 이후 기타 부처들의 국가연구개발사업의 모형으로 작용했다. 기관사를 비롯하여 특정연구개발사업에 대한 기존의 서술들은 특정연구개발사업의 출범 계기로, 외국의 자본 및 기술에 의존해 왔던 경제 성장이 한계에 봉착함에 따라 기존 노동집약적인 산업 중심의 양적 성장에서 기술집약적인 질적 성장으로의 방향 전환의 필요성을 인식하게 되었다는 점을 들고 있다. 이에 따르면, 정부는 1980년을 전후하여 제2차 석유파동, 정치적 불안정, 국제 원자재와 국내 노동 임금의 상승 등과 같은 위기를 극복하기 위해 해외 기술의 단순 모방에 그쳤던 1970년대까지의 “수출드라이브 정책”을 1980년대의 “기술드라이브 정책”으로 전환시켰고, 산학연 협동의 국가연구개발체계를 구축함으로써 국내 연구개발 자원들을 보다 효율적으로 결집하고 활용할 수 있게 했다.

제1장은 위와 같이 알려진 특정연구개발사업의 출범 계기와 주요 특징들이 구체적으로 어떤 집단들에 의해 제시되었고 작동할 수 있게 되었는지를 살펴볼 것이다. 즉 본 논문은 특정연구개발사업의 시행 과정이, 산업 구조의 전환 또는 국내 연구개발 체제의 효율성 제고와 같은 구호들이 정책적으로 실현되는 과정이기 이전에, 과학기술계 내부의 정치, 정부 부처 간 경쟁 등이 맞물리면서 특정연구개발사업의 독특한 형태가 형성되고 확산되는 과정이었다는 점을 보일 것이다. 이를 통해 특정연구개발사업이라는 결과물이 상징하고 있는 독특한 전제들의 기원과 그 성격을 보다 명확하게 규명할 수 있을 것이다.

1.1. 신군부와 국방과학연구소

1980년 5월 17일 자정, “국가를 보위하고 3천 7백만 국민의 생존권을 수호하며 안정 속에 성장과 발전을 바라고 있는 대다수 국민의 여망에 부응”한다는 점을 표방하며 전국에 비상계엄이 선포됐다.³⁶⁾ 이를 계기로 계엄사령부는 당시 학생 및 노동운동의 주동자들로 지목되었던 김대중, 고은 시인, 이영희 교수 등 뿐만 아니라, 박정희 정권 하의 주요 인물들이었던 김종필, 이후락 국회의원, 오원철 비서관 등도 연행해 갔다. 이후 광주민주화운동을 무력으로 진압한 신군부 세력은 같은 달 31일 국가보위비상대책위원회(이하 국보위)의 설치를 설치했고, 이는 사실상 정부의 국무회의를 대신하는 새로운 정부로서 핵심적인 권력기구로 운영되면서 행정 각 부를 통제하기 시작했다. 국보위 중 경제과학분과위원회는 김재익을 위원장으로 하고, 위원은 최상진 대령, 오관치 국방관리연구원장, 윤덕용 과학기술원 교수, 김안제 서울대 환경대학원 교수, 유갑수 국민대 경제학과 교수, 조경목 과학기술처 차관으로 구성되어 있었다.³⁷⁾ 이러한 구성은 표면상 군부 외에 행정부, 학계 출신 인사들을 포함하고 있었지만, 여기에서 차출된 행정부나 학계 인사들은 대부분 40대 초반의 젊은 나이에 불과했고, 당시 계엄 하라는 특수상황으로 인해 실질적인 의사결정 권한은 군부가 독점하고 있었다.³⁸⁾

1980년 8월 27일 서울 장충체육관에서의 투표를 통해 추대된 전두환 대통령은 9월 1일 취임식을 마친 뒤 곧바로 내각개편을 단행했다. 9월 청와대에서 새롭게 조직된 경제비서실은 김재익 박사를 수석비서관으로 하고, 각각 금융, 재정, 산업, 자원, 국토개발, 과학기술을 관장하는 여섯 개의 비서관실을 갖추고 있었다. 이 중 과학기술 비서관실은 오명 비서

36) 경향신문 (1980. 5. 18), “계엄사 발표 부정축재, 소요조종혐의-26명 조사 김종필, 김대중씨 연행”

37) 김행선, 『1980년대 전두환 정권의 수립: 국가보위비상대책위원회와 국가보위입법회의를 중심으로』 (선인, 2015), 61-84.

38) 김행선, 『1980년대 전두환 정권의 수립』, 87.

관, 홍성원 연구관, 정홍식 서기관 등으로 구성됐다. 이들은 다음 그림에서도 확인할 수 있듯이 과학기술처 외에도 체신부, 상공부의 업무들을 총괄하고 있었을 뿐만 아니라, 방위산업 관련 업무까지도 관장하고 있었다. 특히 오명, 홍성원, 정홍식 등은 청와대 과학기술 비서관실에서 각각이 특정 분야 업무들을 나누어 맡기보다는 여러 부처의 업무들을 함께 총괄하며 의사결정을 내렸다.³⁹⁾

39) 정홍식, 『한국 IT 정책 20년: 천달러 시대에서 만달러 시대로』 (서울: 전자신문사, 2007), 26-28; 과학기술부, 『70-90년대 주요 과학기술정책이 과학기술발전과 산업발전에 기여한 성과조사 분석』 (과천: 과학기술부, 2007), 210.

經濟秘書室職員擔當業務

20 9 36 現在

室 別	職 級	姓 名	擔 當 業 務
首席室 (211) (770-0090) (自 303) (番 303)	首席秘書官 事務官 外換銀行員	金在益 金彰植 金福順	
金融 (210) (770-0093) (自 323) (番 323)	秘書官 (1級) 助 務 員	李源祚 權英子	○ 財務部所管中 通貨, 金融, 外換 <企業體質改善>
財經 (209) (770-0063) (自 313) (番 313)	秘書官 KDI首席研究員 書記官 助 務 員	吳赫柱 徐相睦 張丞珩 尹鎮植 車承愛	○ 經濟企劃院 ○ 財務部所管中 稅政 <稅務行政改善>
產業 (209) (770-0060) (自 363) (番 363)	秘書官 KIE首席研究員 書記官 助 務 員	全炳植 楊秀吉 金益珠 廉明玉	○ 農水產部 ○ 商工部業務中 商易, 中小企業, 化學工業 <國際競爭力強化>
資源 (226) (770-0058) (自 343) (番 343)	秘書官 少 領 書記官 企業銀代理 助 務 員	柳鍾烈 洪炳裕 李 元 鄭銅朝 姜惠淑	○ 動力資源部 ○ 商工部業務中 重工業 <에너지利用 合理化>
國土開發 (313) (770-0085) (自 333) (番 333)	秘書官 國土管理首席研究員 書記官 助 務 員	金鍾球 洪 哲 金在榮 方貞蘭	○ 建設部 ○ 交通部 <地域開發-國土計劃, 交通投資의 最適化>
科學技術 (206) (770-0060) (自 353) (番 353)	秘書官 中 領 書記官 助 務 員	吳 明 洪性源 鄭弘植 金惠順	○ 進信部 ○ 科學技術處 ○ 防衛產業 ○ 商工部業務中 電子工業 <技術人力養成, 研究所活性化, 開發事業育成>

그림 1-1 제5공화국 초기 청와대 경제비서실 직원 명단 및 담당 업무
(출처: 『한국 IT 정책 20년』, 28)

정권 교체와 함께 새롭게 개편된 내각과 청와대 과학기술 비서관실의 구성은 그 배경에 있어서 독특하고도 공통적인 특징을 지니고 있었다. 새 정부의 과학기술처 장관으로 취임한 이정오는 육군사관학교를 졸업하

고 터프츠 대학교(Tufts University)에서 기계공학으로 박사학위를 받았다. 청와대 과학기술 비서관실의 오명 비서관과 홍성원 연구관은 모두 육군사관학교를 졸업하고 공학 박사학위를 받은 뒤 1970년대에는 국방과학연구소(Agency for Defense Development)에서 연구 활동을 수행한 경험이 있다는 공통점이 있었다.⁴⁰⁾ 육군사관학교를 졸업한 뒤 오명은 뉴욕주립대학교(State University of New York at Stony Brook)에서 전자공학으로 박사학위를 받았고, 홍성원은 콜로라도 대학교(University of Colorado)에서 전자공학을 박사학위를 받았다. 오명은 국방과학연구소에서 목표물을 향해 포격할 수 있도록 탐지용 레이더, 계산기 등으로 구성되어 있는 시스템인 사격통제장치를 개발하는 업무를 맡다가, 12·12 사태 직후 국보위 상공자원분과위원회에 소속되어 청와대 과학기술비서관을 역임했다. 홍성원은 국방과학연구소를 거쳐 1980년부터 전두환 중앙정보부장과 국보위위원장의 의전과장을 지내다가 청와대 과학기술비서관으로 발탁됐다.⁴¹⁾

이처럼 새롭게 구성된 청와대의 과학기술 비서관실은 기존의 국내 연구개발 체제가 예산의 투입에도 불구하고 가시적인 성과를 이루어내지 못했다고 비판했다. 당시 청와대 과학기술 비서관실에 소속되어 있었던 홍성원은 회고를 통해 이러한 문제의 원인이 과학기술처의 연구개발 관리 체제의 부재에 있다고 보았다.

그 당시 정부출연연구소는 연구 성과가 기대치에 미치지 못한다는 관점에서 비판의 대상이 되어 있었어요. (중략) 출연연구소는 어떻게 보면 인재를 양성하는 등 기술 기반의 구축에는 큰 역할을 했지만 가시적 연구 성과라는 측면에서는 좀 미진한 상태라 할 수 있습니다.

또한 그러한 결과를 초래한 원인을 다른 측면에서 보면 과학기술 관련 부

40) 정홍식, 『한국 IT 정책 20년』, 383.

41) 김정덕 인터뷰(2016. 3. 23); 과학기술부, 『70-90년대 주요 과학기술정책이 과학기술발전과 산업발전에 기여한 성과조사 분석』 (과천: 과학기술부, 2007), 209; 신동호, 「과학기술계의 양대 산맥」, 과학기자 모임 편집, 『신한국 과학기술을 위한 연합보고서』 (서울: 회성출판사, 1993), 130-216, 특히 132-133, 145.

처의 기획력과 평가능력이 미흡하다는 견해가 지배적이었습니다. 그들은 돈은 주는데 제대로 된 프로젝트 기획력도 없고 예산을 투입한 후에 프로젝트가 제대로 추진되는지를 추적하는 관리체제도 제대로 구축되어 있지 않았다는 것입니다. 그렇다고 기획이나 평가를 제대로 할 수 있는 인재가 있었느냐 하면 그것도 아니었습니다.⁴²⁾

이와 같은 문제를 해결하기 위한 대안적인 아이디어는 이들이 1970년대에 소속되어 있었던 국방과학연구소의 무기개발 관리체계로부터 얻어졌다.

사실 연구 성과라는 측면에서 봤을 때 그 때까지는 국방과학연구소가 총, 대포, 미사일 등 몇 가지 무기의 국산화에 성공하여 가시적인 성과를 보인 유일한 연구소였습니다. (중략)

국방과학연구소를 보니까 그들은 간단명료한 목표와 평가법을 갖고 있었습니다. 총을 개발하면 총을 쏘아서 나가면 성공한 것이고 안 나가면 그건 실패한 것입니다.

그리고 또 한 가지는 국방과학연구소에는 기술개발에서 생산까지의 각 단계의 연계와 조화가 잘되어 있었습니다. 소총을 개발할 경우를 보면 목표는 소총이고, 그것을 만들기 위한 각종 개발 대상 기술이 선정되고, 그 기술별로 전문 기술자들이 선정 투입되고, 또한 국내 개발이 불가능한 공백 기술이 있으면, 기술도입을 하든지 리버스 엔지니어링을 하든지 하여 어떻게든 기술이 짜 맞추어지게 되어 있었던 것입니다. 그래서 돈만 있으면 어떻게든 짜맞춰 가지고 결과적으로는 소총을 만들어 내는 것이었습니다. 그런데 기술을 개발해서 그걸로 끝나는 게 아니고 그게 생산으로 들어가서 실전에서 평가되고 그게 피드백이 되어 다시 연구소로 돌아오는 아주 훌륭한 목표설정-연구개발-생산-평가 사이클을 갖고 있었습니다.

그래서 그렇다면 다른 연구 분야도 한번 그런 방식으로 해보는 것이 좋겠다는 기본 방향이 잡혔으며 그것이 특정연구개발사업 발족에 있어 하나의 동기가 된 것입니다.⁴³⁾

42) 과학기술부, 『70-90년대 주요 과학기술정책』, 209.

국방과학연구소 출신 관료들의 관점에서 당시 국내 연구개발 체제의 가장 큰 문제점은 명확한 목표가 부재하고 그러한 목표에 도달할 수 있도록 하는 관리체제 역시 갖추어져 있지 않다는 점이었다. 1970년대 국방과학연구소에서 무전기, 소총, 미사일 등을 비롯한 각종 장비들을 개발하여 실전에 배치시킨 경험은 국내 연구개발 활동들이 보다 명확한 목표를 바탕으로 체계적으로 관리되며 실제로 작동하는 무언가를 만들어낼 수 있도록 하는 모범 사례로 여겨졌다.

1.2. 1970년대 국방과학연구소의 무기개발 관리체제

신군부의 연구개발 체제에 대한 아이디어를 보다 명확하기 이해하기 위해서는 홍성원이라는 한 개인의 당시 과학기술처에 대한 비판적 회고에서 조금 더 나아가, 국방과학연구소가 설립 이래 1970년대에 걸쳐 어떤 과정을 거치면서 무기개발 체제를 도입하였고, 이러한 도입을 거치면서 국방과학연구소가 다른 기관들과 어떤 관계를 정립해나갔는지를 살펴볼 필요가 있다. 1970년 8월 6일 대통령령 제5267호로 “국방과학연구소 직제령”이 공포됨으로써 국방과학연구소(Research Agency for Defense Science)가 공식적으로 출범했고, 최형섭의 추천에 의해 KIST의 부소장이었던 신용균이 소장으로 내정됐다.⁴⁴⁾ 1970년 12월 31일에 제정된 “국방과학연구소법”은 연구소의 설립 목적을 분명하게 밝혔다. 이에 따르면 국방과학연구소는 영문 기관명에서도 드러나듯이, 다른 “연구소

43) 같은 책.

44) 국방과학연구소의 초기 영문 기관명은 Research Agency for Defense Science였으나, “연구”와 “개발”의 개념 구분이 필요하고 미국 정부의 불필요한 오해를 없앨 필요가 있다는 주한 합동미군사지원단(JUSMAG-K)의 권고에 따라 1971년 중반 Agency for Defense Development로 변경됐다. 구상희, “무기체계 연구개발과 더불어 30년...(2)”, 『국방과 기술』 (1997. 11), 32.

(institute)”들과는 달리 국방력의 강화와 자주국방의 완수를 위해 국방부장관의 감독을 받으며 사업을 수행하는 “기관(agency)”에 해당했다. 이러한 목적에 따라 연구소의 이사장과 부이사장은 각각 국방부 장관과 차관이 맡았고, 합참의장, 육·해·공군의 참모총장, 경제기획원·상공부·과학기술처의 차관, 국방과학연구소장을 당연직 이사로 했다.⁴⁵⁾

1971년 새해가 되자 박정희 대통령은 국방부 연두 순시에서 1976년까지 최소한 이스라엘 수준의 국방력을 갖추는 것을 목표로 총포, 탄약, 통신기 등의 기본 병기들을 국산화하고, 1980년대 초까지 전차, 항공기, 유도탄, 함정 등의 정밀 병기를 생산할 수 있는 기반을 확보하라는 목표를 제시했다. 하지만 신웅균 초대 소장은 박정희 대통령의 구상과 달리, 국내의 기계 공업 수준으로 볼 때 대통령의 목표는 10년 이상 기다려야 한다고 판단하고 앞으로 4년간의 임기 동안 연구 활동을 뒷받침할 수 있는 토대로서 연구소의 예산, 인력, 시설, 규정 등을 확보해 나가는 데에 주력할 것임을 연구소원들에게 수차례 강조했다. 연구소는 1971년 2월 10일 첫 이사회를 통해 조직과 직제 규정이 의결됐고, 이에 따라 연구소는 시스템공학, 인간공학, 탄도학 담당의 제1연구실, 총포 및 차량 담당의 제2연구실, 유도탄, 함정, 통신 전자 담당의 제3연구실, 비금속 재료, 화학, 장구, 식품 담당의 제4연구실로 구성된 연구개발부를 갖추게 됐다.⁴⁶⁾

하지만 국방과학연구소는 청와대로부터 갑작스런 무기개발 사업을 지시받게 되었고, 연구소의 무기개발 체제 역시 이러한 사업들이 급박하게 진행됨과 동시에 구축되어 갔다. 1971년 11월 9일 청와대로 호출된 신웅균 소장은 김정렴 비서실장을 통해 1개월 반 후인 연말까지 소총, 기관

45) 구상회, “무기체계 연구개발과 더불어 30년...(2)”, 34; 안동만, 김병교, 조태환, 『백곰, 도전과 승리의 기록: 대한민국 최초의 지대지 미사일 개발 이야기』 (서울: 플래닛미디어, 2016), 47-48.

46) 구상회, “무기체계 연구개발과 더불어 30년...(2)”, 34-35. 한필순의 저서는 신웅균과 국방부 간의 갈등을 보다 구체적으로 서술하고 있다. 낙하산 개발을 둘러싸고 국방부는 당장 개발에 돌입할 것을 명령했지만, 신웅균은 국방과학연구소의 연구개발 체제를 확립하는 것이 급선무라고 주장했다. 신웅균은 일본 육사 출신으로 박정희의 포병 부대 선배였다. 한필순, 『맨손의 과학자 한필순』 (과주: Vitabooks, 2016), 24-25.

총, 박격포, 수류탄, 로켓포, 지뢰 등의 시제품을 개발하라는 긴급 지시를 받았다. 연구소는 11월 13일 청와대의 갑작스런 무기개발 지시 내용을 “번개사업”이라 명명하고 이 사업의 계획을 군의 작전명령 형식으로 작성하여 연구부서에 하달한 뒤 연구 진행 상황을 일일 보고하도록 했다.⁴⁷⁾ 각 연구실들은 급한대로 현재 군에서 운영 중인 무기들을 대여받아 이들을 분해하여 도면을 작성하는 역설계(reverse engineering)를 시작했으나, 대여한 무기를 파괴하는 것은 불가능하여 재질 검사는 비파괴 시험으로 대신할 수밖에 없었고, 많은 경우 무기들의 마모도 심해 정확한 치수를 알아내는 것이 불가능에 가까웠다.⁴⁸⁾ 이러한 상황에서 주한미군 부대에서 유출되어 청계천에서 떠돌고 있었던 미군의 기술 교범(technical manual)들이 시제품 개발에 큰 도움이 되었다. 당시 전자통신 연구실을 책임지고 있던 서정욱 박사는 전자부품들을 구하기 위해 청계천의 고물상점들을 찾아다니는 과정에서 미군의 기술 교범을 얻을 수 있었고, 이 자료들을 당시 시제품을 개발하던 연구원들에게 전달함으로써 시제품의 도면을 완성하는 데 결정적으로 기여했다.⁴⁹⁾

12월 말에 청와대에서 시제품 시험을 무사히 마친 후 1972년 1월부터 3월까지 시제품들의 양산을 목표로 2차 번개사업이 시행됐는데, 이는 시제품 개발과는 달리 양산을 위한 개발은 모든 부속품들에 대한 도면, 품질 검사서 등의 자료들이 완벽하게 갖추어져야만 가능한 일이었다. 그런데 2차 번개사업이 막 개시된 1972년 1월 7일, 미 국방성으로부터 하딘(Clyde D. Hardin)을 단장으로 하는 기술지원단이 파견됐다. 이들은 1971년 7월 13일 서울에서 개최된 한미 국방장관 회의에서 이루어진 국방과학연구소에 대한 기술지원 합의 결과에 따라 연구소에 짧게는 6개월, 길게는 2년 동안 연구소에 상주할 예정이었다. 하딘은 미 육군성 연

47) 구상회는 아무리 국방과학연구소가 국방부 산하의 연구기관이라고는 하지만 사업계획서를 군의 작전명령 형식으로 하달한 것은 이전에 “어느 연구소 역사에도 없던 일”이라고 회고했다. 구상회, “무기체계 연구개발과 더불어 30년...(2)”, 36.

48) 같은 글, 37.

49) 같은 글.

구개발 및 획득 차관보의 동남아 담당 특별보좌관을 지냈던 전자전 분야의 전문가였고, 지원팀은 미 육·해·공군 연구소에서 차출된 탄약, 기동, 전자통신, 함정 등 분야의 기술자들로 구성됐으며 이들은 각종 무기들에 대한 기술 정보뿐만 아니라 무기개발 관리체제들을 연구소에 전수해주었다.⁵⁰⁾

기술지원단은 국방과학연구소에 파견된 직후 당시 진행 중이던 2차 번개사업에 보고 받은 뒤, 정확한 도면도 갖추지 않은 채 병기 시제품을 개발했다는 점을 높이 평가하면서도, 양산을 위한 개발 능력을 갖추기 위해서는 연구소가 품질보증을 위한 시험평가 능력을 갖추어야 한다는 점을 강조했다. 당시 연구소에서는 시험을 위한 고도의 장비들을 갖춘 시험장이 없었기 때문에 시험에 대한 신뢰성이 문제가 되었고 또 문제가 발생했을 때 그 원인을 정량적으로 분석할 방법이 부재한 형편이었다. 군의 사격장을 빌려 적당히 성능을 시험했던 당시 상황 속에서 총포나 탄약을 평가할 수 있는 기준포나 기준탄도 존재하지 않았고, 무리하게 시험을 하는 과정에서 몇 건의 사고가 발생하기도 했다.⁵¹⁾

국방과학연구소가 정식으로 시험 평가를 수행하게 된 계기 중 하나는, 당시 2차 번개사업에 포함되지 못했던 무전기의 개발을 통해서였다. 2차 번개사업 진행 중 건강 악화로 신응균 초대 소장이 물러나고 KIST 소장을 역임했던 심문택 박사가 2대 소장으로 취임했는데, 심문택 소장은

50) 국방과학연구소는 설립 직후부터 미국으로부터 기술지원을 받기 위해 동분서주했으나, 미 대사관의 부정적인 태도로 난관에 부딪히곤 했다. 결국 국방과학연구소는 주한 합동미군사지원단(JUSMAG-K)를 통해, 한국군은 미군이 곧 폐기 예정인 장비들을 사용하고 있으며 국방과학연구소가 이 병기들을 자체 생산할 수 있는 능력을 갖추는 것은 미국의 방위산업에 악영향을 끼치지 않으면서도 북한을 억제하는 효과를 낼 수 있다는 논리로 미 국방성을 설득하고자 했다. 이 과정에서 합동미군사지원단은 미 정부의 오해를 사지 않기 위해 국방과학연구소의 영문명을 본래 Research Agency for Defense Science에서 Agency for Defense Development로 고칠 것을 제안했고, 이 기관명은 현재까지 이어지고 있다. 이를 받아들인 미태평양사령관의 과학고문인 김슨(Gibson)의 미 국방성에 대한 건의로 한국과 미국의 국방장관 회의가 1971년 7월에 서울에서 개최됐다. 구상회, “무기체계 연구개발과 더불어 30년…(2)”, 31-32.

51) 구상회, “무기체계 연구개발과 더불어 30년…(8)”, 『국방과 기술』 (1998.6), 64-65.

연구소를 개혁할 것이라는 명분으로 이를 추진할 부소장과 행정부장 등 핵심인력을 KIST에서 데려왔다. 특히 신임 부소장은 KIST에서 특수사업 책임자로 국방부로부터 연구비를 받아 총포, 유도탄, 통신기를 개발하면서 국방과학연구소와 갈등이 심했던 인물로, 부소장으로 부임한 이후 원급 이상 직급의 직원들에게 일괄 사표 제출을 지시하여 일부 인원들이 연구소를 떠나는 등 어수선한 분위기가 이어졌다.⁵²⁾ 분대용 통신기 개발 과제를 이미 KIST에서 수행 중이고 국방과학연구소의 번개사업에는 포함되지 않은 상황에서 통신전자 개발을 담당했던 서정욱은 미군의 도면을 참고하고 하딘으로부터 부품을 조달받아 당시 국군이 사용하던 무전기를 진공관식에서 트랜지스터식으로 개량하는 데 성공했다.⁵³⁾ 1972년 2월, 무전기 개발에 성공한 서정욱은 미군 통신기의 검사 기준을 적용한 품질보증 시험을 실시했고, 결과적으로 미국 품질보증단의 인증을 받았다.⁵⁴⁾

미 국방성에서 1972년 1월에 파견한 하딘(Clyde D. Hardin)팀의 시험 평가 능력 확보에 관한 권고와 서정욱의 품질보증 시험은 같은 해 2월, 대통령이 주재하고 국무총리, 부총리 및 경제각료, 과학기술처 장관, 국방부 장관, 국방과학연구소장이 참석한 방위산업 육성회의를 통해 국가 전반의 병기개발 체제로서 형태를 갖추기 시작했다. 이에 따르면, “병기 생산은 최신의 고도기술을 요하므로, 군, 산업, 과학계의 총력화로 기술을 개발”하며, “국방과학연구소는 시제개발에 전념하고 생산품의 규격 및 성능검사를 철저히 하며 검사의 최종적인 책임”을 져야 했다. 즉 이는 미 국방성에서 운영하고 있던 무기체계 순기관리제도(life cycle management)를 도입한 것으로, 국방과학연구소가 시제품을 개발하면,

52) 한필순, 『맨손의 과학자 한필순』, 35-38; 구상회, “무기체계 연구개발과 더불어 30년...(4)”, 『국방과 기술』 (1998.2), 72-73.

53) 오원철, 『한국형 경제건설: 엔지니어링 어프로치 5』 (서울: 기아경제연구소, 1996), 108-110. 서정욱은 번개사업에 통신기 분야 과제가 포함되지 않아 통신전자 분야만 일감이 없던 당시를 동료들을 위해 “보리차라도 끓여”야 할 상황으로 회고했다. 오원철, 『한국형 경제건설 5』, 108.

54) 같은 책, 110-114.

이러한 순기관리제도의 도입 및 시행은 국방과학연구소와 다른 기관들과의 관계를 재정립하는 일이기도 했다. 회의를 통해 “국방과학연구소가 중심이 [되]”고 국내 “군과 산업계와 과학계가 모두 동원”되는 “병기개발계통도”가 다음 그림과 같이 수립됐고, 이는 같은 해 9월 “연구개발업무체계”라는 이름의 국방부 훈령으로 전파됐다.⁵⁶⁾

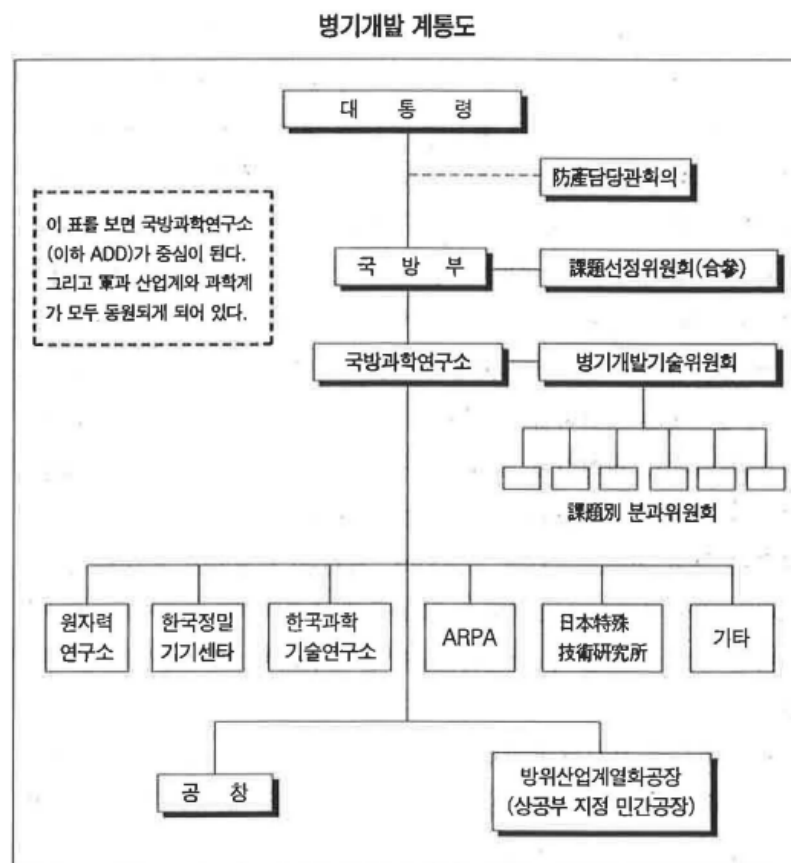


그림 1-2 병기개발 계통도 (출처: 오원철, 『한국형 경제건설 5』, 121)

56) 같은 책, 77-78, 120-126; 국방부 법무관리관 법제담당관, “훈령 (1968.6.11.~1972.12.18.)” (국가기록원, 1968), 관리번호: BA0838487, 322-331.

하던 지원팀은 순기관리제도를 단순히 제도적인 차원에서 도입하는 데 그치지 않고, 무기연구개발에 관한 각종 규정들과 관리체제가 종합적으로 도입될 수 있도록 국방과학연구소 연구원을 미 국방성 및 육해공군의 연구소들과 방산업체들에 견학시켰다. 이에 초청을 받은 구상희 박사는 육군 유도탄사령부(Army Missile Command, MICOM), 피카티니 육군 조병창, 차이나 레이크의 해군 병기연구소, 방산업체인 Philco Ford와 Hughes Aircraft 등지를 40여 일간 견학했고, 1972년 한미간의 과학기술 자교환협정(E-SEP 협정)이 체결된 후에는 지속적으로 연구원들이 수 개월간 교환 근무를 통해 미 국방성의 기술자료와 연구개발 관리제도를 습득할 수 있었다.⁵⁷⁾ 1973년 6월 국방과학연구소는 30명 정도의 기술장교로 구성된 품질보증팀을 창설했고, 이 팀은 1975년에 품질보증부로, 1978년에는 150명 정도로 운영되는 품질보증단으로 확대 개편됐다.⁵⁸⁾

국방과학연구소는 무기체계 순기관리제도를 도입한 이후에도 율곡사업을 진행하면서 훈령 175호(1974), 훈령 216호(1977)를 통해 연구개발 업무체계를 보다 정교하게 개정해 나갔고, 훈령 245호(1979) “무기체계 및 연구개발에 관한 업무 절차 규정”을 통해 병기에 관한 국방과학연구소에서의 연구개발 활동들을 총괄하면서 사업관리 및 평가에 관한 방침과 절차들을 계속적으로 보완했다.⁵⁹⁾ 특히 1979년 6월 7일 국방부는 훈령 제 253호 “국방기획관리제도에 관한 규정”을 발령하면서 미 국방성이 운영하고 있던 계획예산제도(Planning Programming Budgeting System)을

57) 박준복, 『한국 미사일 40년의 신화』 (서울: 일조각, 2011), 38-50. 이 중 육군 유도탄 연구소는 이전까지 레드스톤 조병창(Redstone Arsenal)이라 불리던 곳으로, 2차 세계대전 후 독일의 폰 브라운 박사가 미국 최초의 인공위성을 개발하고 아폴로 계획을 추진했던 곳이다.

58) 오원철, 『한국형 경제건설 5』, 123-124.

59) 국방과학연구소 편집위원, 『국방과학연구소사 제3권, 1991-2005』 (대전: 국방과학연구소, 2007), 67-71; 국방부 법무관리관 법제담당관, “훈령 (1968.6.11.~1972.12.18.)” (국가기록원, 1968), 관리번호: BA0838487, 322-331; 국방부 법무관리관 법제담당관, “훈령(73.1.13~74.5.13)” (국가기록원, 1973), 관리번호: BA0838498, 221-232; 국방부 법무관리관 법제담당관, “훈령” (국가기록원, 1978), 관리번호: CA0037266, 96-126.

도입했다.⁶⁰⁾ 이는 연구개발 과제들이 개별적으로 계획되고 승인되었던 과거와 달리, 이른바 최상위 국방목표를 중심으로 전체의 연구개발 과제들에 대해 자원이 효율적으로 배분되고 운영되도록 하는 제도였는데, 이는 미 국방성에서 맥나마라(Robert McNamara) 국방장관에 의해 최초로 도입될 당시 국방성이 예산권을 독점함으로써 정책적 권한이 중앙집중화될 것이라는 비판을 받기도 했다.⁶¹⁾ 1970년대의 이러한 변화를 거치면서 국방부의 방위산업담당관실은 국방과학연구소의 연구개발 주제에 대한 심의, 세부사업 계획서 제출 일정, 분기별 연구 진척사항 보고 사항, 결과보고서 평가 과정 등에 관한 규정들을 갖추게 됐고, 이는 국방과학연구소의 연구개발 과제들에 모두 적용됐다.

1.3. 특정연구개발사업의 출범

1970년대에 걸쳐 미 국방성으로부터 무기개발체제를 도입한 국방과학연구소 출신의 국보위 위원들이 보기에 KIST를 중심으로 형성되어온

60) 국방부 법무관리관 법제담당관, “훈령”, 96-126.

61) 미 국방성의 기획예산제도 도입은 1960년대 과학적 관리기법이 급속하게 확산되는 경향 속에서 이루어진 것이었다. 기획예산제도는 RAND 연구소에서 초학제적 연구로 성과를 올린 “시스템적 접근법”이 적용된 제도 중 하나로, 이러한 방법은 어떤 현상을 개별 요소들로 이루어진 “닫힌계(closed system)”로 보고 이들 요소들 간의 상호작용으로 해당 현상을 설명하는 입장이다. 미 국방성의 기획예산제도 도입 과정을 포함하여 시스템적 방법론의 출현과 활용에 관한 연구들은 다음과 같다. Paul N. Edwards, *The Closed World: Computers and the Politics of Discourse in Cold War America* (Cambridge, MA: The MIT Press, 1996); David A. Hounshell, “The Cold War, RAND, and the Generation of Knowledge, 1946-1962,” *Historical Studies in the Physical and Biological Sciences* 27 (1997), 237-267; Thomas P. Hughes, *Rescuing Prometheus* (New York: Pantheon Books, 1998); Agatha Hughes and Thomas Hughes, eds., *Systems, Experts, and Computers: The Systems Approach in Management and Engineering, World War II and After* (Cambridge, MA: The MIT Press, 2000); Jennifer S. Light, *From Warfare to Welfare: Defense Intellectuals and Urban Problems in Cold War America* (Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 2003).

기존의 연구개발체제는 개혁해야 할 대상이었다. 이를 위해 가장 먼저 과학기술처가 국내 모든 정부출연연구소들을 총괄할 수 있는 구조를 갖출 필요가 있었다. 1966년 최초의 정부출연연구기관으로 KIST가 설립된 이래로 정부출연연구기관은 19개로 증가했는데, 이들은 과학기술처 외에도 상공부, 체신부 등에 속해 있었다. 과학기술처는 KIST, KIST 부설 해양개발연구소, 한국과학원, 한국과학기술정보센터, 한국과학재단, 한국원자력연구소, 한국핵연료개발공단을, 상공부는 한국기계금속시험연구소, 한국선박연구소, 한국전자기술연구소, 한국화학연구소를, 동력자원부는 한국중합에너지연구소, 자원개발연구소, 한국전기기기시험연구소를, 전매청은 고려인삼연구소, 한국연초연구소를, 국방부는 국방과학연구소를, 체신부는 한국통신기술연구소를, 공업진흥청은 한국표준연구소를 관장하고 있었다.⁶²⁾ 1980년 10월 국보위의 지시로 과학기술처는 “연구개발체제 정비와 운영개선 방안”을 작성했다. 이 보고서는 국내 연구기관의 수가 과도하게 많아 국내 전체 연구개발 활동들에 대한 종합적인 조정이 미비하고 이로 인해 예산 투입 대비 성과의 효율이 저하되고 있다고 지적했다. 이로부터 과학기술처는 정부출연연구기관을 1981년 초까지 9개의 기관으로 통합하고 이들의 주무 부처를 과학기술처로 일원화하겠다는 계획을 발표하고 곧바로 실행에 돌입했다.⁶³⁾

통폐합 이전		통폐합 이후	
정부출연연구기관	주무부처	정부출연연구기관	주무부처
KIST	과학기술처	한국과학기술원 부설 해양연구소	과학기술처
KIST 부설 해양개발연구소			
한국과학원			

62) 문만용, “1980년 정부출연기관의 재편성”, 『한국과학사학회지』 제31권 제2호 (2009), 508.

63) 문만용, “1980년 정부출연기관의 재편성”, 522.

통폐합 이전		통폐합 이후	
한국원자력연구소	상공부	한국에너지연구소	
한국핵연료개발공단			
한국기계금속시험연구소			
한국선박연구소			
한국전자기술연구소			
한국화학연구소			
자원개발연구소	동력자원부	한국동력자원연구소	
한국종합에너지연구소			
한국전기기기시험연구소			
한국통신기술연구소	체신부	한국전기통신연구소	
한국표준연구소	공업진흥청	한국표준연구소	
고려인삼연구소	전매청	한국인삼연초연구소	
한국연초연구소			

표 1-1 통폐합 전후의 정부출연연구소 (출처: 문만용, “1980년 정부출연기관의 재편성”, 522.)

과학기술처는 정부출연연구소의 대대적인 통폐합을 진행함과 동시에 각종 언론들을 통해 통폐합 작업의 정당성을 설파했다. 이들의 공통된 통폐합 옹호 논리는 과다하게 생겨난 정부출연연구소들이 투입 대비 산출에 있어서 효율성이 떨어진다는 것이었다.

각 연구기관들은 각기 높기만 했던 담을 헐어버리는 총합연구체제의 구축이 활발하게 진척이 되고 있다. 이러한 새로운 체제는 선진국에 비해 형편없이 적은 인력과 투자를 집중적으로 투입, 최대의 결실을 거두어보자는 새로운 시도로 앞으로 이 체제가 잘 운영되면 과학한국의 기폭제가 될 것으로 기대되고 있다.⁶⁴⁾

64) 경향신문, “「총합연구」 틀이 잡혀간다 이공계 연구기관 통합 4개월”(1981.4.22)

이러한 통폐합 과정은 표면적으로 정부출연연구소들에 대한 관리 체제 일원화라는 의미가 있었지만, 이와 동시에 국가 전반의 연구개발체제가 신군부 세력에 의해 재편되는 시발점으로서도 큰 의미가 있었다. 대표적으로 예가 설립 이래 국내 연구체제에서 중심적인 역할을 수행했던 KIST가 한국과학원과 통합된 일이다. 이는 국내 과학기술계에서 가장 큰 영향력을 행사해오던 KIST 출신 주요 인사들이 퇴진하는 첫 단추이기도 했다. 한국과학원은 고급과학기술 인력의 양성을 목표로 1971년에 설립된 특수대학원이었는데, 육군사관학교 출신의 이정오는 1972년부터 1980년까지 한국과학원의 기계과 교수를 역임하고 있었다. 통폐합 당시 KIST의 소장은 1978년에 4대 소장으로 부임하여 임기가 채 끝나지 않았던 천병두 박사였고, 한국과학원의 원장은 박정희 정권 시절 KIST 초대 소장과 과학기술처 장관을 역임했던 최형섭 박사였다. 당시 한국과학원 교수였던 이정오가 통합된 기관의 원장으로 취임하게 되면서 천병두와 최형섭은 각각 KIST 소장과 한국과학원장 자리에서 모두 물러나게 됐다.⁶⁵⁾

정부출연연구소 통폐합이 마무리된 직후인 1981년 5월, 과학기술처는 특정연구개발사업의 기본 방향을 정립하고 준비 작업에 돌입했다.⁶⁶⁾ 정부출연연구기관 통폐합이 정부출연금의 지원을 받는 기관들을 과학기술처가 총괄하고자 하는 시도였다면, 특정연구개발사업은 그러한 총괄 범위를 정부출연연구기관의 경계를 넘어 국내 전 범위로 확장시키고자 한 시도였다. 같은 해 10월에 발표한 과학기술처의 『제5차 경제사회개발5개년계획 과학기술부문실천계획, 1982-1986』은 다소 어렴풋한 형태로나마 이러한 시도의 명분을 표현하고 있었다. 이정오는 이 발표를 통해 “제5공화국의 범국가적 기술드라이브 정책구현”을 위해서 산·학·연이 서

65) 과학기자 모임 편집, 『신한국 과학기술』, 85; 문만용, “1980년 정부출연연구기관의 재편성,” 521.

66) 과학기술처, 『과학기술연감』 (과천: 과학기술처, 1981), 13.

로 협력할 것을 요청했다. 이 계획은 “우리과 같은 중진국가”가 정보화 사회를 향한 기술혁신을 이루어내기 위해서는 선진국의 과학기술 발전 과정을 그대로 적용할 것이 아니라 우리의 여건을 감안하여 “독특한 한국적 기술개발전략을 추구할 필요가 있다”고 제안했다.⁶⁷⁾

이처럼 폭넓은 의미에서 정부가 국내 산·학·연 협동체제를 구축한다는 정책적 구상은 제5공화국이 수립되기 이전 1970년대부터 표출됐던 아이디어였다. 예를 들어, 과학기술처가 1976년에 출판한 『과학기술연감』은 “국책적 중요 연구개발 사업” 또는 “정부 기업 공동 연구 사업” 등과 같은 용어를 통해 정부와 기업이 공동으로 연구비를 부담하고 기업이 필요한 기술적 과제를 정부출연연구소나 대학 등이 수행하는 개념을 제시한 바 있다. KIST가 1978년에 작성한 『기술자립에의 도전: KIST 장기연구계획 I (1979-83)』에서는 장기간이 소요될 것으로 예상되는 과제들은 정부의 주도 하에 정부출연연구소, 학계, 산업계의 “협동 연구 조직의 체계적 확립이 필요”하다는 점이 제시됐다.⁶⁸⁾ 하지만 1970년대 후반 제2차 석유 파동을 비롯하여 경제 전반의 침체, 박정희의 암살 등으로 인해 사회 전반적으로 혼란기에 접어들게 되면서 이러한 아이디어들은 구상의 수준에서 더 나아가 구체적인 정책의 수립으로 곧바로 이어지지는 못했다.⁶⁹⁾

제5차 5개년 계획 속에 등장한 “독특한 한국적 기술개발전략”이라는 모호한 표현은 곧바로 이어진 연구개발 계약 체제의 개정을 통해 실질적인 형태로 구현되기 시작했다. 1981년 12월 31일 과학기술처는 기술개발 촉진법의 개정을 통해 제8조의 3에 “특정연구개발사업의 추진”이라는 제목의 근거조항을 신설했다. 제8조의 3은 “과학기술처장관은 핵심산업기

67) 과학기술처, 『제5차 경제사회개발5개년계획 과학기술부문실천계획, 1982-1986』 (서울: 과학기술처, 1981), 4-11. 기술드라이브 정책에 대한 분석으로는 다음을 참조할 수 있다.

68) 신향숙, “제5공화국의 과학 기술 정책과 박정희 시대 유산의 변용: 기술 드라이브 정책과 기술 진흥 확대 회의를 중심으로”, 『한국과학사학회지』 제37권 3호 (2015), 529-530.

69) 신향숙, “제5공화국의 과학 기술 정책과 박정희 시대 유산의 변용”, 532.

술을 중점적으로 개발하기 위한 특정연구개발계획을 수립하고, 연도별로 연구과제를 선정하여 이를 다음 각호의 기관과 협약을 맺어 연구하게 할 수 있다”고 규정하면서 해당 기관들을 나열했다. 이에 따르면 과학기술처의 협약 대상은 기존 정부출연연구기관 외에도 기업 부설 연구소, 산업기술연구조합, 대학, 국공립 연구기관들을 새롭게 포괄하기 시작했다.⁷⁰⁾

〈圖Ⅲ-3〉

特定研究事業 推進體系

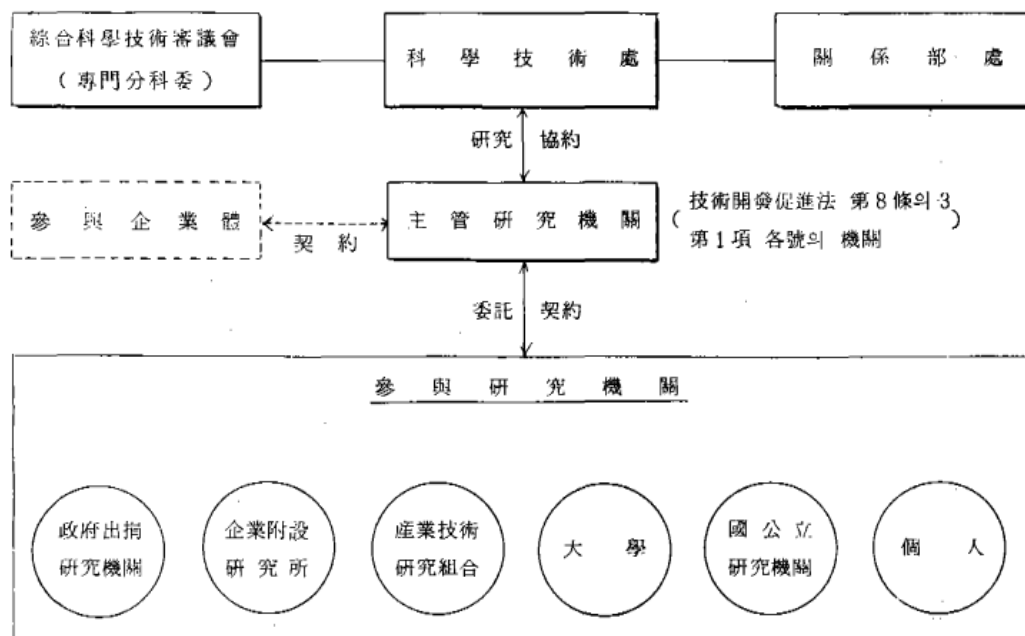


그림 1-3 특정연구개발사업의 추진체계. 과학기술처의 특정연구사업 참여기관으로 정부출연연구기관, 기업부설연구소, 산업기술연구조합, 대학, 국공립연구기관, 개인이 포함되어 있다. (출처: 과학기술처, 『과학기술연감』 (1982), 191)

개정된 기술개발촉진법은 국가연구개발사업 추진체계의 중심에 과학기

70) 기술개발촉진법(법률 제3521호, 시행 1981.12.31.). 다음의 법제처 홈페이지에서 확인 가능:
<http://www.law.go.kr/LSW/lsInfoP.do?lsiSeq=4040&ancYd=19811231&ancNo=03521&efYd=19811231&nwJoYnInfo=N&efGubun=Y&chrClsCd=010202#0000> (2016년 3월 31일 접속).

술처를 위치시켰다. 위의 그림을 통해서도 드러나듯이, 과학기술처가 내놓은 특정연구개발사업의 추진체계는 국방과학연구소가 1972년에 수립한 “병기개발 계통도”를 거의 그대로 도입하고 이를 국내 전 범위로 확장시킨 결과물이었다. “병기개발 계통도”상의 국방부는 “특정연구개발사업 추진체계”상의 과학기술처로, 국방과학연구소는 주관연구기관으로 대치되었고, 계통도에서 가장 아랫단을 차지하고 있던 원자력연구소, 한국과학기술연구소, 공창, 민간 공장들은 정부출연연구기관, 기업부설연구소, 대학 등과 같이 보다 일반화된 범주로 확장됐다. 물론 국방부의 무기개발 명령이 국방과학연구소로 하달되는 방식은 아니었지만, 특정연구개발사업을 통해 과학기술처는 연구기관들과 과제별 협약을 맺을 수 있게 되었고, 그 협약의 범위는 국내 모든 연구기관들로 확장됐다. 과학기술처는 정부출연연구기관의 통폐합과 특정연구개발사업의 시행을 통해 기존 특정연구기관육성법의 법적인 틀에서 벗어나 국내 모든 정부출연연구기관뿐만 아니라, 산업계, 학계를 새로운 연구협약 체도를 매개로 총동원할 수 있는 연구개발체제를 구축하고자 한 것이다.⁷¹⁾

물론 이러한 연구개발체제에 대한 전반적인 아이디어가 국방과학연구소로부터 유일하게 비롯된 것은 아니었다. 이를 검토하기 위해서는 특정연구개발사업을 구성하는 여러 요소들을 검토할 필요가 있는데, 만약 이러한 체제를 통해 연구기관이 정부와 연구협약을 맺고 국가적인 연구개발 과제를 수행하게 되었다는 점에 초점을 맞춘다면, 이는 1970년대 후반 KIST와 과학기술처 역시 지니고 있었던 정책적 구상이었다. 1978년 KIST는 기업의 수탁 과제를 수행하는 기관에서 장기대형국책과제를 수행하는 기관으로의 전환을 추진했다. 곧이어 1979년 과학기술처는 KIST를 포함한 국내 정부출연연구소와 국·공립연구소를 대상으로 하는 “국가연구개발과제(national R&D project)”의 수립을 계획하고, 이와 동시에 민간 연구소 설립에 대한 지원을 더욱 강화하고자 했다.⁷²⁾

71) 과학기술처, 『과학기술연감』 (1982), 191.

72) 문만용, 『한국 과학기술 연구체제의 진화』 (파주: 들녘, 2017), 253.

더욱이 특정연구개발사업과 더욱 유사한 형태의 정책은 1970년대 후반 일본 통상산업성(Ministry of International Trade and Industry, MITI)의 국가연구개발사업에서 발견할 수 있다. 일본 통상산업성은 1976년 초 고집적 반도체(Very Large Scale Integration, VLSI) 개발을 위한 컨소시엄을 출범시켜 이에 반도체 제조기업들과 통상산업성의 연구소, 공공통신기업들을 참여하게 했다. 통상산업성으로부터 전폭적인 연구 지원금을 받으며 참여 기업들은 경쟁과 협력을 통해 초고집적 반도체를 개발하는데 성공하고 세계 반도체 시장에서 경쟁력을 갖추게 됐다. 이러한 성공은 통상산업성의 성공적인 사례로 널리 알려지면서 다른 국가들에서도 참고할만한 정책적 귀감이 됐다.⁷³⁾

이와 같은 국내외 상황을 종합적으로 고려해 볼 때 특정연구개발사업이 당시 국내외적으로 계획 또는 시행됐던 정책들과 비교했을 때 갖는 중요한 특징은, 정부가 정부출연연구소 외에도 기업 연구소, 대학, 개인 등을 과학기술처의 연구협약 대상으로 포함함으로써 국내 모든 연구개발 활동을 관리하려 했다는 점, 그리고 이러한 아이디어가 기술개발촉진법의 개정을 통해 실제 작동할 수 있는 법적 기반을 갖추게 됐다는 점에 있을 것이다.

1982년 1월 29일 전두환 대통령의 주재로 개최된 제1회 기술진흥확대 회의에서는 “70년대 모방과 조립에서 80년대 창의와 혁신의 단계로 도약”할 것을 기약하면서 우리가 추격해야 할 대상과 우리와 경쟁해야 할 대상, 그리고 우리를 추격하는 대상들의 과학기술 현황을 정리하고 이에 대한 대응방안이 제시됐다.⁷⁴⁾ 먼저 국방성 주관으로 고집적회로 개발에

73) Tessa Morris-Suzuki, *The Technological Transformation of Japan: From the Seventeenth to the Twenty-first Century* (Cambridge; New York: Cambridge University Press, 1994), 213-214.

74) 1982년부터 정례적으로 개최된 기술진흥확대회의는 대통령이 직접 주재하고 여야 정치인, 국무위원, 재벌 총수, 학계 및 연구계 인사들이 모두 참여하는 모임이었다. 과학기술부는 기술진흥확대회의의 개최를 1980년대에 들어 “과학기술정책이 통치권 차원의 강력한 지원을 바탕으로 시행”된 모습으로 그리고 있다. 과학기술부, 『과학기술 40년사』 (과천: 과학기술부, 2008), 93.

주력하고 있는 미국과 통상산업성 주관으로 마이크로프로세서 용 소프트웨어를 거국적으로 개발하는 일본 간의 기술경쟁을 소개한 뒤 유럽공동체 국가들은 미국과 일본을 추격하기 위해 생명공학, 마이컴, 자동차 등의 공동개발에 주력하는 한편, 각 국가들은 자국의 여건에 유리한 특화 전략산업개발에 열중하고 있다고 평가했다. 신흥공업국인 대만은 전자, 통신, 특수공작기계, 싱가포르 컴퓨터용 소프트웨어, 정밀카메라 등 고성능제품에, 브라질은 컴퓨터 사업용 항공기에 주력하는 등 자국의 전략 산업기술분야에 집중 노력하고 있다는 점 역시 제시됐다. 과학기술처는 이처럼 “가속화되는 기술경쟁, 심화되는 기술보호주의, 맹렬히 추격하는 신흥 공업국가들에 대한 우리의 대응태세”로서 국가의 연구개발 능력을 결집함으로써 “핵심전략기술을 조속히 토착화”해야 할 필요가 있다는 점을 강조했다.⁷⁵⁾

기술개발촉진법의 개정 내용을 비추어볼 때 특정연구개발사업의 추진 체계 하에서 국가적으로 특화된 기술을 전략적으로 개발한다는 방침은 정부출연연구소의 입장에서 양날의 칼과 같은 변화 가능성을 내포하고 있었다. 정부출연연구소의 연구 과제들이 특정연구개발사업을 통해 국가적인 전략에 따라 계획되고 시행됨으로써 소속 연구원들은 더 이상 이전처럼 기업수탁 과제를 확보하기 위한 노력을 기울일 필요가 없게 됐다. 하지만 이러한 변화는 연구원들이 과제를 확보하기 위해 행했던 노력의 대상이 기업에서 과학기술처로 변경된 것에 불과한 것이기도 했다. 특정연구개발사업이라는 국가적인 틀 속에서 정부출연연구소는 과제를 계획하고 연구비와 연구인력을 요청하는 과정에서 과학기술처의 직접적인 관리를 받게 될 예정이었다.

“기술혁신의 시대”를 앞세우며 과학기술처가 강조한 국가적인 “결집”에 대한 시도는 그러한 국가적 동원을 가능하게 하는 통일된 연구관리 규정의 확립을 통해 시작됐다.⁷⁶⁾ 정부출연연구소, 기업연구소, 대학 등을

75) 한국과총, “제1회 기술진흥확대회의 보고내용-기술주도의 새시대 전개”, 『과학기술』 제152호(1982), 8-11.

아우르는 통일된 연구관리 규정으로서, 과학기술처는 이듬해인 1982년 6월 2일 “특정연구개발사업을 효율적으로 수행하는 데 필요한 세부사항”을 훈령 제187호 「특정연구개발사업 처리규정」의 형태로 전파했다.⁷⁷⁾ 이 훈령은 과학기술처의 협약 대상인 정부출연연구기관, 기업부설연구소, 산업기술연구조합, 대학, 국공립연구기관, 개인이 수행하게 될 연구개발 과제에 대한 심의, 각종 계획서 및 보고서 제출 일정, 평가 방법 등 연구개발에 관한 일련의 과정들을 매우 구체적인 수준에서 규정하는 것이었다. 이 규정은 제4조에서 특정연구개발 심의위원회의 설치를 제시했는데, 이 위원회는 연구개발과제의 내용, 범위 및 수행방법, 연구책임자, 연구원, 연구시설 등 연구개발 수행능력, 연구개발비의 합리성, 연구개발과제별 우선순위, 연구개발결과의 평가 등을 심의하는 기능을 했다. 이러한 심의위원회는 장관이 소집하고 과제조정관에 의해 운영되었다. 제11조에 따르면, 과제조정관은 과제선정 발의, 연구계획서의 검토 및 조정, 연구협약체결 발의, 연구개발비 지급방법 및 교부발의, 연구수행관리 및 감독, 연구개발결과의 평가, 연구개발성과의 활용에 관한 사항, 위원회의 운영 등을 관장할 수 있는 권한이 있었다.⁷⁸⁾

연구자가 과학기술처와 특정연구개발사업 협약을 맺기 위해서는 가장 먼저 특정연구개발과제신청서를 작성하여 제출해야 했다. 이 신청서는 연구개발의 필요성, 연구개발 목표, 연구개발의 내용 및 범위, 추진전략 및 방법, 지금까지의 연구개발실적, 기대성과 및 활용방안, 연구원 편성표, 연구추진계획, 소요 연구기자재, 소요예산명세, 기술현황 분석보고서 항목으로 구성되어 있었고, 많은 항목들이 구체적으로 기술할 것을 요구했다. 연구자는 기대성과를 “가능한 한 수량화하여 개조식으로 서술”해야 했고, 연구 추진 계획은 연구개발 일정과 이에 대한 예상 연구개발비

76) 과학기술처, 『과학기술연감』 (1982), 3, 190-191.

77) 과학기술처, 『과학기술연감』 (1982), 190-193; 과학기술처, 『특정연구개발사업 관계법령』 (1982), 83-182. 『특정연구개발사업관계법령』은 정보공개청구를 통해 얻어졌다.

78) 과학기술처, 『특정연구개발사업관계법령』, 85-87.

를 월별로 제시해야 했다. 또한 소요예산명세는 내부 및 외부 인건비, 경비(여비, 국내, 국외), 해외훈련 및 전문가 초청비, 기술도입비(도입기술명, 도입국, 금액), 연구기자재(구입/임차, 품명, 규격, 단위, 수량, 단가, 금액), 해외연구분소설치 및 운영비, 시설비(설치비, 운영비), 유인물비, 시약 및 재료비(품명, 규격, 단위, 수량, 단가, 금액), 전산처리비(컴퓨터 사용료, 카드리더, 라인프린트), 기술정보활동비, 개발보전비, 제잡비(회의비, 공공요금, 자료수집비, 사무용품비, 제세공과금), 위탁연구개발비로 구성되어 있었고, 연구과제 신청자는 별도로 마련된 연구개발비의 계상 기준을 따라 각 항목들에 대한 산출 근거들을 기록해야 했다.⁷⁹⁾

이렇게 작성된 신청서는 과학기술처의 조정관이 운영하는 심의위원회를 통해 선정 작업을 거쳤고, 선정된 과제의 연구책임자는 이후에 신청서와 유사한 서식을 따르는 특정연구개발계획서를 한 번 더 제출해야 했다.⁸⁰⁾ 연구개발계획서가 과학기술처에 제출되면 조정관은 이를 “연구계획서검토(확인)서”를 따라 검토했는데, 이 작업은 홍성원의 회고대로 비교적 “간단명료”했다. 연구개발 목표 명확성, 연구개발 수행방법의 타당성, 기대되는 연구개발 성과, 창의성, 연구개발 수행능력, 연구 개발비의 적정성, 연구기자재의 활용, 연구개발 기간의 적정성으로 구성된 검토 항목들에 대해 조정관은 각각 “적합하다” 또는 “적합하지 못하다” 중 하나를 선택했고, 종합의견을 작성한 뒤, 연구개발비의 조정이 필요할 경우 조정내역서를 작성했다.⁸¹⁾

이를 통해 협약이 이루어지면 연구자는 연도별 연구개발기간의 중간 시점에 서식에 맞춘 중간보고서를 제출해야 했다. 중간보고서는 과제명, 주관연구기관, 총괄연구책임자, 계획대진도, 주요연구개발 내용 및 중간 결과, 기대되는 성과, 연구기기 사용 내용, 문제점 및 건의사항, 기타사항으로 구성되어 있었다. 이 중 계획대진도의 경우 조사, 측정, 분석, 작성

79) 같은 책, 92-118.

80) 같은 책, 119-155.

81) 같은 책, 156-159.

등과 같이 내용을 분류하여 각각에 대해 월별 진도율을 당초의 계획과 비교하여 작성해야 했고, 구체적인 중간 결과는 별책으로 작성하여 제출할 것을 요구했다.⁸²⁾ 이에 대해 조정관은 연구개발 수행진도, 연구개발 내용의 타당성, 연구개발의 성공 가능성, 연구개발 자원의 활용, 주요조사의 수행을 “그렇다” 또는 “그렇지 않다” 중 하나로 평가하고 종합평가 결과를 “계속 수행”과 “중단” 중 하나로 결정 내렸다.⁸³⁾ 중간 평가를 거쳐 최종보고서를 제출할 때에는 보다 엄격한 편집 규격과 본문 형식을 바탕으로 중간보고서와 유사한 내용을 제출했고, 최종보고서에 대해서는 조정관과 조정관이 지명한 전문가 3인 이상이 평가하고 그 결과를 심의 위원회에 회부했다.⁸⁴⁾ 최종보고서에 대한 평가는 “성취도”, “활용도”, “효율성”에 대해 “매우 그렇다”, “그렇다”, “그렇지 않다” 중 하나를 고르는 식으로 이루어졌다.⁸⁵⁾

연구개발 관리에 관한 모든 규정들이 마련되고 1년이 지난 1983년, 이정오는 그를 “연구개발계획의 야전사령관”으로 묘사한 한 기사에서 1980년 이후 국내의 연구개발 활동을 되돌아보았다. 그는 1980년대가 기술혁신을 통한 도약의 기회가 될 것임을 강조하면서, 산업계의 적극적인 참여와 정부의 강력한 정책으로 정부와 기업이 “혼연일체”를 이끈 그간의 연구개발 정책들이 매우 시기적절했다고 평가했다. 그는 맥아더 장군이 전쟁 기간을 단축하기 위해 태평양 전쟁 때 중요한 거점의 섬들만 공략했음을 소개하면서, “이런 개념을 기술개발에 이용”한 것이 “기술개발 약진전략”이라고 설명했다. 그는 인력이 부족하고 투자능력에 한계가 있으며 부존자원이 빈약한 우리나라의 입장을 고려하여 모든 단계의 기술들을 차례로 개발해 나가는 대신 기술 도약이 가능한 “전략 기술”의 개발을 목표로 삼아 정부출연연구소, 기업, 대학이 “총합된 노력”을 기울여 줄 것을 요청했다.⁸⁶⁾

82) 같은 책, 165-167.

83) 같은 책, 178-179.

84) 같은 책, 91.

85) 같은 책, 180-182.

국가적으로 모든 연구자들이 동원되어 목표로 설정된 원거리의 섬을 정복하는 장면은 더 이상 군 출신 관료들의 진부한 비유가 아니게 되었다. 육군사관학교를 졸업하고 국방과학연구소에서 연구를 수행한 경험이 있었던 오명, 홍성원, 이정오는 “소총”, “전쟁”, “사령관” 등과 같은 반복적인 유비들을 그저 연구개발 활동을 장식하는 수사의 영역에 가두어 놓지 않았다. 새로운 연구계약 체계의 도입과 이에 기반한 특정연구개발사업의 시행은 국방과학연구소 출신 인사들이 가지고 있었던 연구개발의 국가적인 실행에 관한 독특한 이해방식들, 기존 KIST와 과학기술처의 국가연구개발과제에 대한 계획들이 단순히 구상이 아니라 실제로 구현되고 작동할 수 있도록 했다.

1.4. 연구개발 관리 인력의 변화와 관리 방법론의 도입

국방과학연구소의 무기개발 체제는 연구개발 협약체계를 비롯한 각종 과제 관리 관련 법제들을 통해서뿐만 아니라, 이들을 실제 실행하는 사람들을 통해서도 전국으로 확산됐다. 국방과학연구소 출신의 인사들은 1980년대 전국의 정부출연연구소와 산업계의 연구소들의 대대적인 물갈이를 통해 해당 기관의 연구 활동을 총괄하는 주요 보직에 자리잡게 된 것이다.

1980년 10월에는 육군사관학교를 졸업하고 같은 곳에서 조교수 경력을 이어가던 박승덕이 한국기계연구소(현 한국기계연구원) 소장으로 부임했고, 국방과학연구소에서 부소장 겸 연구관리단장 직을 맡았던 이한주는 1981년 한국에너지연구소(현 한국원자력연구소) 대덕공학센터 소장 겸 핵연료개발부 부장으로 자리 잡았다.⁸⁶⁾ 역시 국방과학연구소 부소장 직

86) 동아일보, “동아인터뷰 이정오 과학기술처 장관”, (1983. 1. 14).

을 맡았던 김훈철은 같은 해 한국기계연구소 대덕선박연구소장으로 부임했고, 같은 해 7월에는 육군사관학교를 졸업하고 국방과학연구소에서 경력을 쌓은 김정덕이 한국전자기술연구소(현 한국전자통신연구원)의 소장으로 부임했다.⁸⁸⁾ 1984년 4월에는 공군사관학교를 졸업한 뒤 국방과학연구소에 몸담았던 한필순이 한국에너지연구소의 소장으로 부임했으며 1986년 2월에는 과학기술처 장관을 지냈던 이정오가 한국과학기술연구소 소장으로 1980년 8월에 이어 재부임했다.⁸⁹⁾ 1986년 10월에는 육군사관학교를 졸업하고 같은 곳에서 교수직을 맡았던 안우희가 한국전기연구소 소장으로 자리를 옮겼고, 1987년에는 육군사관학교를 졸업하고 같은 학교 화랑대연구소 소장을 맡았던 박병권이 한국과학기술연구소 부설 해양연구소(현 한국해양과학기술원)의 극지연구부 부장으로 자리를 옮겼다.⁹⁰⁾⁹¹⁾

87) 한국기계연구원, 『한국기계연구원30년사: 꿈을 모아 미래로 기술 모아 세계로 1976-2006』 (대전: 한국기계연구원, 2006), 424-425; 이하 모든 인물들에 대해서 기관사에 기록되어 있지 않은 구체적인 부서 소속 등에 대한 정보는 조선일보 인물검색 데이터베이스를 이용했다. 단, 특정 시기에 대한 기록에서 미세한 차이가 있는 경우에는 기관사에 기록된 정보를 따랐다.
<http://db.chosun.com/people/index.html>.

88) 한국기계연구원, 『한국기계연구원30년사』, 424-425; 한국전자통신연구원, 『한국전자통신연구원 35년사』 (대전: 한국전자통신연구원, 2012), 448-449.

89) 한국원자력연구원, 『풍부한 에너지 깨끗한 환경 건강한 삶 : 한국원자력연구원 50년사 : 1959~2009』 (대전: 한국원자력연구원, 2009), 558; 한국과학기술연구원, 『KIST 30년사: 창조적 원천기술에의 도전 : 1966-1998』 (서울: 한국과학기술연구원, 1998), 12-13.

90) 한국전기연구소, 『전기연십년사: 1977~1987』 (서울: 한국전기연구소, 1989).

91) 이와 같은 경향은 6공화국까지 이어졌다. 예를 들어 5공화국 시기에 한국기계연구소 대덕선박연구소장이었던 김훈철은 1988년 3월 한국기계연구소 소장으로 승진했고, 1991년 한국기계연구소 부설로 설립된 항공우주연구소(현 한국항공우주연구원)의 소장직에는 국방과학연구소에서 10년간 몸담았던 홍재학이 자리잡았다. 또한 1987년에 한국과학기술연구소 부설 해양연구소의 극지연구부 부장으로 부임했던 박병권은 1989년 해양연구소 소장으로 승진했고, 1980-83년간 한국기계연구소 3대 소장이었던 박승덕은 1991년 한국표준연구소(현 한국표준과학연구원) 5대 소장으로 취임했다. 한국기계연구원, 『한국기계연구원30년사』, 424-425; 한국해양과학기술원, 『한국해양과학기술원 40년사』 (안산: 한국해양과학기술원, 2013), 22-23; 한국표준과학연구원, 『한국표준과학연구원 20년사: 1975-1995』 (유성구: 한국표준과학연구원, 1997).

이러한 변화는 전국의 정부출연연구소들에 국한되지 않았고, 기업 연구소, 공기업, 대학 등의 기관들에 대해서도 유사한 경향이 나타났다. 국방과학연구소 책임연구원으로 유도탄 개발을 맡았던 김웅은 1980년 연세대 물리학과로 자리를 옮겼고, 육군사관학교를 졸업하고 국보위 상임위원이었던 이우재는 1981년 한국전기통신공사의 초대사장으로 임명됐다. 그리고 국방과학연구소 부소장 겸 대전기계창장이었던 이경서는 1982년 한국중공업 부사장을 역임했으며, 육군사관학교를 졸업한 박정기는 1982년 한국중공업 사장을 거쳐 1983년에는 한국전력공사 사장으로 부임했다. 해군사관학교를 졸업하고 국방과학연구소 책임연구원이었던 최호현은 1983년 금성산전의 연구소장으로 자리를 옮겼고, 국방과학연구소 책임연구원이었던 한홍섭은 1983년 동양화학공업 중앙연구소장 자리를 거쳐 1990년에는 한국컴퓨터 부사장으로 부임했다. 해군사관학교를 졸업한 뒤 국방과학연구소에서 기술관리부장직을 맡았던 백창현은 1983년부터 사단법인 한국산업기술진흥협회 상임이사로 활동했고, 육군사관학교를 졸업하고 국방과학연구소 부소장을 지냈던 이한백은 1986년 기아자동차 전무이사를 거쳐 1990년 기아자동차 중앙기술연구소장으로 승진했다.⁹²⁾

이러한 국방과학연구소 출신 관리자들은 국방과학연구소로부터 새로운 연구개발 기법들을 도입하는 통로가 됐다. 1984년 서정욱은 국방과학연구소가 1972년 미 국방성으로부터 도입했던 순기관리제도를 전전자교환기의 개발과정에 적용했다.⁹³⁾ 그는 한국전기통신공사의 품질보증단장으로 있으면서 “연구, 개발단계부터 생산, 설치, 운용에 이르는 제품의 라이프 사이클, 즉 ‘요람에서 무덤까지’ 품질을 관리하고 보증하는 제도를 확립”하고자 했고, 이를 위해 1985년 전전자교환기와 광섬유 케이블을 1차 시범대상으로 선정한 뒤 해마다 단계적으로 대상품목을 확대해 나가며 1989년부터는 전기통신 전체 제품들을 대상으로 적용됐다. 그는 그 당시 인도, 브라질 등과 같은 개발도상국들이 우수한 인력과 기술을 바

92) 과학기자 모임 편집, 『신한국 과학기술』, 133.

93) 매일경제, “한국형 「비디오텍스」 연내 개발”, (1984. 7. 23).

탕으로 교환기 국산화 연구를 수행했지만 모두 실패했다는 점을 귀감으로 삼아 “개발, 생산, 운용을 이른바 삼위일체화 할 수 있는 사업관리 능력, 곧 시스템 인테그레이터”의 중요성을 설파했다.⁹⁴⁾

신군부에 의한 정권 교체 이후 연구개발 관리 인력이 군 배경을 가진 인물들로 상당수 교체되었고, 이러한 변화는 비단 인력의 변화뿐만 아니라 새로운 연구개발 관리 기법들이 국가 연구개발 과제에 도입되는 결과로 이어졌다. 이들의 회고에서 공통적으로 나타나는 사이클(cycle), 시스템적 접근(systems approach), 입력(input)과 출력(output), 추적하는 관리체제 등과 같은 표현들은 당시의 연구개발 정책을 선전하는 수사학이라기보다는 미 냉전시기에 개발되고 확산된 구체적인 관리 기법들을 가리키는 것에 더 가까웠다.

1.5. 특정연구개발사업의 시행과 확산

새로운 연구관리 인력의 확산과 더불어 연구개발 계약 체제와 평가 방법들이 모두 마련된 이후, 특정연구개발사업은 실제 시행 과정을 거치면서 많은 변화를 겪었다. 특정연구개발사업은 시행 직후 국가주도연구개발사업과 기업주도기술개발사업으로 출발했다. 국가주도연구개발사업은 첨단 기술이나 공공 기술과 같이 위험성 또는 공익성이 높은 기술의 개발을 목표로 삼고 이에 대한 연구개발비를 정부가 전액 부담하는 방식으로 추진됐다. 또한 기업주도기술개발사업은 핵심 산업 기술 중에서 민간이 자체적으로 개발하기 어려운 기술의 개발을 목표로 정부와 민간이 연구개발비를 분담하여 공동으로 개발하는 방식이었다. 시행 2차 년도인 1983년에는 대학의 연구개발 활동을 지원하기 위해 목적기초연구사업이 신설됐다. 이어서 1984년에는 연구개발 성과의 기업화를 목적으로 하는

94) 서정욱, 『미래를 열어온 사람들: 통신과 함께 걸어온 길』 (서울: 한국경제신문사, 1996), 90-107.

신기술기업화개발연구사업이 신설됐으나 1985년에 폐지됐다. 1985년에는 중소기업의 기술개발을 지원하는 유망중소기업기술지원사업이 시행됐고, 국제 공동 연구를 촉진하기 위해 국제공동연구사업이 신설됐으며, 연구 개발사업에 대한 평가제도 확립을 위한 연구개발평가사업이 새롭게 추가되어, 1985년 이후 총 다섯 개의 사업이 동시에 추진됐다(표 2 참조).⁹⁵⁾

	1982년	1983년	1984년	1985년
사업명	국가주도연구개발사업 기업주도기술개발사업	국가주도연구개발사업 기업주도기술개발사업 목적기초연구사업	국책연구개발사업 (명칭 변경) 기업기술개발지원사업 (명칭 변경) 목적기초연구사업 신기술기업화개발연구사업 (85년 폐지)	산업 및 공공기술개발사업 · 국가주도연구사업 · 정부·민간공동연구사업 목적기초연구사업 유망중소기업 기술지원사업 국제공동연구사업 연구개발평가사업

표 1-2 특정연구개발사업의 변화 (출처: 과학기술처, 『특정연구개발사업 시행 5년』, 7)

이 시기 특정연구개발사업에 참여한 산업계는 중소기업과 대기업 모두에 걸쳐 비교적 균등하게 분포하고 있었다. 예를 들어, 1984년에 특정연구개발사업 하에서 시행된 총 133개의 기업기술개발지원사업 중에서 대기업은 약 15%에 해당하는 21개의 과제를, 중소기업은 전체 과제 수의 약 85%인 112개의 과제를 수행하고 있었다. 기업들에 대한 정부의 연구비 지원 배분 역시 대기업에 편중되지 않은 분포를 보였다. 1984년 정부가 특정연구개발사업의 기업기술개발지원사업에 지출한 총 연구비 48억 원 중에서 대기업이 참여한 21개의 과제들에 투입된 연구비의 합은 약 7억 원으로 약 16%를 차지하고 있었다.⁹⁶⁾ 공식적으로 과학기술처는 정부와 민간이 연구개발비를 분담할 때 전체 연구비 대비 정부의 부담 비율

95) 과학기술처, 『특정연구개발사업 시행 5년』 (1987), 6-7.

96) 과학기술처, “국회요구자료: ‘84특정연구개발사업확정내역: 별책(경제과학위원회)” (과학기술처, 1984)

을 대기업의 경우 30%, 중소기업의 경우 70%로 한다는 차등적인 정책을 제시했는데,⁹⁷⁾ 이는 실제 연구비 지원 과정에 적용됐다. 예를 들어 반도체 및 컴퓨터 분야에서 삼성반도체통신이 약 8,000만 원의 연구비를 부담한 과제에 대해서는 정부가 약 2,000만 원의 연구비를 지원한 반면, 중외기계가 약 3,000만 원의 연구비를 부담한 과제에 대해서는 정부가 약 6,000만 원의 연구비를 지원하는 방식으로 과제들 간의 전체적인 균형을 맞추고자 했다.⁹⁸⁾

이와 같이 다수의 과제에 비교적 균등한 수준으로 연구비가 배분되도록 한 특정연구개발사업의 산·학·연 협동체제는 1970년대 KIST가 대기업의 수탁 과제 외에도, 중소기업의 기술 지원을 위한 사업 역시 활발하게 수행했던 방식의 연장선 상에 있다고도 볼 수 있다. KIST는 1968년 7월 “일반기술지원사업(technical extension program)”을 통해 중소기업의 요구에 따라 수시로 기술적인 문제들을 자문하거나 해결하는 서비스를 제공했다. 이는 여러 기술적인 문제, 또는 무엇이 문제인지조차 파악되지 못한 문제들을 안고 있었던 중소기업들이 KIST에 10만 원을 적립하면 해당 기업의 연구원들이 KIST의 시설을 이용하여 문제를 해결하고 소요 경비는 적립금에서 공제해나가는 방식으로 진행됐다. 이 사업이 설립된 초기 매년 약 40-50개의 기업이 참여했으며, 1970년대 중반에 이르러서는 120개 이상의 기업이 사업에 참여했다.⁹⁹⁾ KIST의 연구 활동을 통해 중소기업들의 기술적 어려움을 해결하고자 했던 1970년대 산업계와 연구소 간의 연계 경험은 대기업에 비해 중소기업에 대한 연구비 지원을 강화한다는 특정연구개발사업의 산·학·연 협동체제를 마련하는 과정에 자연스럽게 영향을 미쳤을 것으로 짐작할 수 있다.

다수의 중소기업들을 대상으로 연구비가 배분되는 상황은 특정연구개

97) 과학기술처, 『특정연구개발사업 시행 5년』 (1987), ix.

98) 과학기술처, “국회요구자료: ‘84특정연구개발사업확정내역: 별책(경제과학위원회)” (과학기술처, 1984)

99) 문만용, 『한국의 현대적 연구체제의 형성: KIST의 설립과 변천, 1966-1980』 (서울: 선인, 2010), 198-199.

발사업이 목표로 삼는 중점 기술 분야가 지속적으로 확장되는 양상과도 맞물려 있었다. 시행 첫 해 기타핵심산업기술에 속해 있던 금속소재공업 기술은 82-83년을 거치면서 과제 수가 7개에서 25개로, 연구비 투입 역시 매년 약 7억 원에서 23억 원으로 세 배 이상 증가했다. 섬유고분자화학공업기술 역시 과제 수는 11개에서 19개로, 연구비 투입은 매년 약 7억 원에서 15억 원으로 증가했고, 생물공업기술은 과제 수가 13개에서 11개로 줄었지만 연구비 투입은 매년 약 9억 원에서 약 15억 원으로 증가했다. 이러한 급격한 증가에 힘입어 시행 첫 해 기타핵심산업기술에 속해 있던 모든 기술 분야가 주요 기술 분야로 변경되었고 건설·환경·플랜트 엔지니어링기술 분야 등이 새롭게 추가되었다.¹⁰⁰⁾ 여기에 더해 1986년 사업은 에너지 및 자원이용기술을 자원활용기술과 에너지절약기술로 세분화하고, 원자력활용기술, 해양개발기술, 측정·표준기술, 우주개발기술을 첨가함으로써 시행 당시 여섯 개였던 중점기술은 4년 후 총 15개로 증가했다(표 3 참조).¹⁰¹⁾

특정연구개발사업이 성공적으로 시행되자 1985년 12월 상공부는 기업의 생산 및 경영 활동에 발생하는 애로사항을 해결함으로써 기업의 경쟁력을 제고한다는 목적공업발전법을 발표했다. 공업발전법은 제7조에서 상공부가 공업기반기술개발사업을 실시할 수 있는 조항을 담고 있었다. 공업발전법은 공업기반기술개발사업이 특정연구개발사업과 마찬가지로 국내 정부출연연구소, 국·공립 연구기관, 대학, 기업연구소, 연구조합 등은 상공부와 연구협약을 맺고 연구비를 지원받으며 과제를 수행할 수 있도록 했다.¹⁰²⁾ 이와 동시에 상공부는 기업의 산업현장과 보다 긴밀히 연계된 연구개발체제를 확립한다는 취지로 생산기술연구기관육성법을 입안하고, 이 법을 통해 생산기술연구원을 설립할 수 있는 법적 근거를 마련했다. 생산기술연구기관육성법은 생산기술연구원을 생산기술에 관한 연

100) 과학기술처, 『과학기술연감』 (1984), 233-234.

101) 과학기술처, 『과학기술연감』 (1986), 196.

102) 매일경제, “공업발전법 시행령·규칙(안)” (1985.12.23).

구개발 활동의 중추적 기관으로서, 연구개발 활동을 포함하여 석·박사 연구 인력양성, 기술이전 등의 업무를 관장하는 것으로 규정했다.¹⁰³⁾

상공부는 생산기술연구원 설립안을 발표하는 과정에서 기존 과학기술처의 특정연구개발사업과 정부출연연구소의 실태를 “과대망상증”과 같은 용어를 사용하며 신랄하게 비판했다.

Rocket, Robot, 자동차, 컴퓨터 시스템을 혼자 다 하겠다는 분들이 많은 것이 우리나라 연구소의 (희망적인) 특징이고 연령으로 보아 고작 40 전후에 이미 엔지니어링으로서 기술의 이모저모에다 초대형 Project 운영까지 혼자 하겠다는 얘기이니 우리나라는 분명 발전을 할 것이다. 그런데 그 하겠다는 분야의 업체와는 별로 접촉이 없는 것이 이 초대형 Project의 입안자들의 특이점인데, 하기야 그분들 구미에 맞는 규모와 수준의 기업이 국내에 아직 없는 것이 흠일 뿐이다.

이 연구 Inflation현상은 무신경증과 Injelititis의 합병증으로도 볼 수 있으나, 동시에 연구소에서 젊은 외국산박사들을 현장과 유리시켜온 결과이기도 하다.¹⁰⁴⁾

상공부 측의 비판 대상은 일차적으로 국책연구를 수행하는 정부출연연구소들을 향하고 있지만, 당시 정부출연연구소가 국가연구개발사업에의 참여 비율이 가장 높았던 점을 고려해볼 때 이는 결국 특정연구개발사업을 향한 것이기도 했다. 그는 “어림도 없는” 과제가 “국책으로 둔갑”하는 상황과 이를 가능하게 하는 국가연구개발사업의 과제 입안자들을 지적했다. 정부출연연구소와 과학기술처가 “과대망상증”에 빠져 있다는 상공부의 비판은 두 가지 의미를 내포하고 있었다. 한 가지는 당시 과학기술처의 연구개발사업이 지녔던 과대한 측면을 지적한 것으로, 중점분야를 집

103) 매일경제, “생산기술원 설립 ‘신경전’ 연구기관 육성법안 입법 추진 언저리” (1986.10.21).

104) 이상희, 『생산기술연구원설립안 : 2000년대를 향한 산업기반의 고도화를 위한 제안』 (부산: 한국산업경제정책연구원, 1986), 11-12.

중적으로 지원하겠다는 정부의 다짐과는 반대로 사실상 과학기술의 전 분야를 대상으로 지원하고 있다는 점에 대한 비판이었다. 다른 하나는 해당 사업이 지닌 망상적인 측면으로 이처럼 방대한 분야의 연구들이 현장과 유리된 채 기업에 아무런 도움이 못되고 있다는 지적이었다.

과학기술처는 상공부가 새로운 연구소를 설립하고 국가연구개발사업을 추진하려는 움직임에 대해 이는 국가 전체적으로 중복 투자를 야기할 뿐이라고 비판했다. 과학기술처의 입장에서 상공부가 제시한 생산기술연구기관육성법안은 기존의 특정연구기관육성법 및 한국과학기술원법과 취지, 목적, 절차가 모두 동일했고, 공업기반기술개발사업은 민간기업이 담당하기 어려운 기술 분야가 아닌, 스스로 수행해야 할 생산기술 연구를 정부가 직접 주도한다는 점에서 시대적 조류에 역행한다는 문제가 있었다. 과학기술처는 이처럼 중복될 뿐만 아니라 방향성이 잘못 설정된 국가연구개발사업을 추가적으로 운영하기보다는 기존의 특정연구개발사업에서 생산 연구 기능을 개선하여 산·학·연 간의 유기적 연계를 바탕으로 국가적인 연구개발체제를 형성하는 것이 더욱 타당하다고 보았다.¹⁰⁵⁾

상공부가 새로운 국가연구개발사업을 추진하려는 가운데 과학기술처는 내부적으로도 특정연구개발사업을 정비하고자 했다. 1986년 과학기술처가 기술진흥확대회의에 보고한 “2000년대를 향한 과학기술발전장기계획, 1987년~2001년”(이하 “2000년대 장기계획”)은 특정연구개발사업에서 확대되어 온 중점분야들에 대한 정리를 시도했다. 과학기술처는 세계 10위권 기술 선진국의 구현을 기본목표로 삼고, 이에 대한 추진 전략으로서 첨단산업기술의 중점 개발과 아울러 그것을 활용한 기존산업의 고부가가치화 및 생산성 극대화를 병행하여 추진하되, 우리의 특성과 여건에 가장 적합한 부문을 선정하여 집중 개발할 것이라고 밝혔다. 이에 따라 중점분야는 외형상 이전까지 15개에서 7개 부문, 즉 정보산업기술분야, 재료관련기술분야, 산업요소기술분야, 에너지·자원기술분야, 공공복지기술분야, 대형복합기술분야, 기초연구분야으로 압축됐다.¹⁰⁶⁾

105) 매일경제, “생산기술연 설립 ‘신경전’”.

이후 과학기술처가 편찬한 “특정연구개발사업 시행5년”은 특정연구개발사업이 2000년대 장기계획을 계기로 “근본적인 변화”를 맞이하게 됐다고 강조했다. 이에 따르면 이전까지 15개 분야로 확장되었던 특정연구개발사업의 중점분야들을 2000년대 장기계획을 계기로 다섯 분야로 압축했는데, 이는 이전에 비해 사업을 “보다 목표지향적으로 수행해 나가기 위한 것”이었다.¹⁰⁷⁾ 하지만 2000년대의 장기계획이 특정연구개발사업의 과제 구성 및 연구비 배분 비율에 곧바로 영향을 미친 것으로 보이지는 않는다. 특정연구개발사업은 2000년대 장기계획의 발표 이후에도 다양한 분야를 병행하여 지원하는 방식을 유지했다. 대표적인 예로 “특정연구개발사업 시행5년”에서 제시한 1987년의 연구 과제들은 1986년에 비해 공업화공정기술, 요업소재기술, 품질·성능시험평가, 환경기술, 기상기술, 식량기술 등이 새로운 지원 분야로 추가됐고, 1980년대 후반에 이르기까지 과제 수는 지속적으로 증가했다.¹⁰⁸⁾

106) 과학기술처, “2000년대를 향한 과학기술발전장기계획, 1987년~2001년” (1986), 11, 20.

107) 과학기술처, 『특정연구개발사업 시행 5년』 (서울: 과학기술처, 1987), 8-9.

108) 과학기술처, 『특정연구개발사업 시행 5년』, 9.

	1980년 정책세미나 도출안	1981년 정책안	1982-1983년	1984-1985년	1986년	1987년
중점분야	정밀화학 정밀기계 고급전자기 기 고급소재 예능 생산공업 고도조립 소프트웨어	정밀화학 반도체및컴 퓨터 기계공업고 도화 항공기 시스템산업 생물공업 의료용전자 기기 섬유염색공 업 환경및국민 복지 금속소재 고분자공업 과학교구	반도체및컴 퓨터 정밀화학공 업 기계공업고 도화 에너지및자 원이용 시스템산업 기타핵심산 업 (금속소 재공업, 고 분자화학공 업, 생물공 업, 섬유공 업)	반도체및컴 퓨터 정밀화학공 업 기계공업고 도화 소재공업 에너지및자 원이용 시스템산업 생물공업 섬유·고분 자공업 건설·환 경·플랜트 엔지니어링 기타 과학 기술처장관 이 필요하 다고 인정 하는 분야	반도체및컴 퓨터 정밀화학 기계기술고 도화 소재기술 측정·표준 자원활용 에너지절약 원자력이용 해양개발 시스템 유전공학 특수화학및 고분자 건설·플랜 트 엔지니 어링 우주개발기 술 기타 과학 기술처장관 이 필요하 다고 인정 하는 분야	반도체및컴 퓨터 소프트웨어 통신 생활정보시 스템 정밀화학 생명공학 신금속·요 업소재 고분자소재 공업화공정 설계엔지니 어링 핵심부품· 소재 기계자동화 생산기반기 술 성능시험평 가 측정·표준 에너지 원자력 자원 식량 환경 보건 해양 항공 우주 기초연구

표 1-3 특정연구개발사업의 중점분야의 변화 (출처: 과학기술처, 『특정연구개발사업 시행 5년』, 31)

	1982년	1983년	1984년	1985년	1986년	1987년	1988년	1989년
정부출연금 (천원)	6,438,514	15,199,427	16,307,980	17,289,147	27,133,295	27,749,000	41,761,145	62,342,841
국가주도 과제 수	40	55	120	209	307	358	543	721

표 1-4 1980년대 특정연구개발사업의 정부 출연금 및 과제 수의 변화 (출처: 과학기술부, 『특정연구개발사업 연구성과, 1982~1997』, 18-20)

1.6. 소결

제5공화국의 수립 이후 청와대와 과학기술처를 장악한 육군사관학교와 국방과학연구소 출신의 관료들은 1970년대 국방과학연구소의 무기개발 관리체제를 모형으로 삼아 연구협약을 통해 정부가 국내 모든 연구기관들을 지원 및 관리하는 연구개발체제를 수립하고자 했다. 이러한 시도는 1970년대 후반을 거치며 과학기술처, KIST에서도 출현하고 있었던 국가연구개발과제에 대한 정책적 구상들과도 일맥상통하는 것으로 이는 특정연구개발사업이라는 제도로 구체화됐다. 이와 동시에 다수의 국방과학연구소 출신 인사들이 주요 KIST 출신 인사들을 밀어내고 정부출연연구소나 기업 연구소의 주요 요직으로 이동하면서, 특정연구개발사업 하에서 개별 과제들을 관리할 수 있게 하는 순기관리제도와 같은 연구개발 과제 관리 테크닉들이 확산됐다. 이후 특정연구개발사업은 정부출연연구소, 학계, 산업계 등 국내 모든 연구기관들을 협약 대상으로 삼고 이를 통해 연구개발 활동들을 범국가적으로 동원할 수 있는 주요 정책적 도구로 작용했다.

특정연구개발사업은 정부가 연구개발 활동을 관리하는 방식에 있어서 1970년대 정부의 연구개발 관리 방식과 몇 가지 주요 차이점과 공통점이 있었다(표 5 참조). 가장 큰 차이점은 주로 정부출연연구기관을 매개로 산업계의 기술개발을 지원해왔던 이전과 달리, 특정연구개발사업을 통해

연구기관이 아닌 과제별로 정부의 계획, 진도 관리, 평가가 가능해졌다는 점이였다. 특정연구개발사업의 표준화된 계획서 및 보고서 양식, 제출 일정, 평가 기준 등은 국가연구개발사업의 다양한 과제들을 정부에서 일괄적으로 관리할 수 있게 하는 주요 도구들이었다. 한편, 다수의 과제에 비교적 균등한 수준으로 연구비가 배분되도록 한 특정연구개발사업의 산·학·연 협동체제는 1970년대 KIST가 대기업의 수탁 과제 외에도, 중소기업의 기술 지원을 위한 사업 역시 활발하게 수행했던 방식의 연장선 상에 있다고 볼 수 있다. 다양한 과제들에 연구비가 배분되는 상황은 특정연구개발사업이 목표로 삼는 중점 기술 분야가 지속적으로 확장되는 결과를 낳았고, 이는 기타 부처가 특정연구개발사업의 방향성이 부재하다는 점을 빌미로 삼으며 새로운 국가연구개발사업들을 출범시키는 계기가 됐다.

구분	1970년대 KIST 및 ADD		1980년대 특정연구개발사업
연구개발 체제	KIST	개별적	과학기술처를 중심으로 하는 협약체제
	ADD	중앙집중적	
연구개발 목표	KIST	기술도입 및 국산화	수입 대체품 개발
	ADD	수입 병기 대체	
과제 관리 방식	KIST	불분명	협약제도를 통한 계획, 관리, 평가의 연계
	ADD	순기관리제도	
과제 평가 방식	KIST	불분명	단순명료한 평가 범주: 성공 또는 실패
	ADD	단순명료한 평가 범주: 성공 또는 실패	
주요	KIST	중소기업, 대기업	중소기업, 대기업

구분	1970년대 KIST 및 ADD		1980년대 특정연구개발사업
기술적 지원 대상	ADD	해당 없음	
주요 가치	KIST	연구자의 자율성	체계적인 계획 및 관리
	ADD	체계적인 계획 및 관리	
주요인물 배경	KIST	서울대 및 해외 유학	사관학교 및 국방과학연구소
	ADD	사관학교 및 해외 유학	

표 1-5 1980년대 특정연구개발사업에 영향을 미친 1970년대 KIST 및 국방과학연구소의 주요 요소들. 굵은 글씨는 1970년대 KIST와 ADD 중 상대적으로 1980년대 특정연구개발사업에 영향을 많이 끼친 요소이다.

특정연구개발사업을 통해 국내 연구개발 역량을 결집시키겠다던 과학기술처의 의도는 역설적이게도 해당 사업이 성공적으로 시행되고 기타 부처들이 이를 모방하면서 다양한 국가연구개발사업들이 시행되는 결과로 이어졌다. 1987년 상공부가 공업기반기술개발사업을 수립하여 기존 특정연구개발사업의 정부·민간 공동연구 과제를 흡수한 뒤로, 1988년 동력자원부가 대체에너지기술개발사업을, 1989년에는 체신부가 정보통신국책연구개발사업을 출범시키는 등 부처 간 경쟁이 전개되면서 과학기술처의 특정연구개발사업은 국가연구개발사업의 모형으로 자리 잡았다.

제 2 장 초고집적반도체기술(4M DRAM)

공동개발사업, 1986-1989

4M DRAM의 개발을 목표로 내걸고 출범한 초고집적반도체기술공동개발사업은 특정연구개발사업에서 최초로 시행된 반도체 분야의 컨소시엄이었다. 이 컨소시엄은 산·학·연 협동이라는 특정연구개발사업의 기본적인 틀에 따라 국내 대기업, 대학, 정부출연연구소가 참여했고, 정부출연연구소는 컨소시엄의 총괄 기관으로서 해당 과제의 계획, 진도 관리, 평가 작업을 주관했다. 이 과제는 결과적으로 4M DRAM의 개발과 함께 이후 국내 반도체 분야 기업들이 세계 시장에서 선전함으로써 국가연구개발사업의 성공적인 산·학·연 협력 사례로 여겨져왔다.

2장에서는 컨소시엄의 출범 이전 정부출연연구소와 기업의 반도체 개발의 역사로부터 컨소시엄의 성공까지의 기간을 살펴봄으로써, 4M DRAM 개발이라는 공통된 목표 하에서 해당 과제를 계획한 정부, 관리자, 정부출연연구소, 기업 연구소의 공학자들의 기술혁신에 대한 서로 다른 이해들이 어떻게 충돌했고, 이러한 충돌 속에서 4M DRAM이 어떻게 성공할 수 있었는지를 면밀히 살펴볼 것이다. 이를 통해 2장은 특정연구개발사업이 표방했던 산·학·연 협력 체제 하에서 도입된 각종 과제 관리 테크닉들이 실제 과제의 단위에서 어떻게 작동했는지를 드러내보이고, 또 해당 과제의 성공이 이후 국가연구개발사업 전반의 변화에 어떤 영향을 미치게 되었는지를 분석할 것이다.

2.1. 4M DRAM 공동개발사업 이전의 반도체 개발

국내 반도체 소자 개발 활동의 초기 모습은 1960년대 후반 KIST의 연

구실로 거슬러 올라간다.¹⁰⁹⁾ 1960년대 후반 정만영 박사팀은 바이폴라 트랜지스터(bipolar transistor)를 국내에서 최초로 개발했고, 1970년대 초, 들어 민석기 박사팀은 실리콘 적층기술을 개발하고, 김종국 박사팀은 발광다이오드(LED)를 개발했다. 본격적으로 미국의 반도체 생산장비가 도입된 계기는 1973년에 KIST의 반도체 개발실장으로 귀국한 김만진 박사를 통해서였다. 서울대 금속공학과를 졸업하고 워싱턴 주립대에서 전자공학으로 박사학위를 받은 뒤, 제너럴 일렉트릭(General Electric, 이하 GE) 연구소에서 반도체개발센터 부장을 맡았던 김만진은 GE가 반도체 사업을 포기함에 따라 협상을 통해 GE의 반도체 생산장비를 국내에 들여온 뒤 KIST의 반도체 개발실을 운영해 나갔다. KIST의 반도체 개발실은 텔레비전 용 반도체를 위주로 개발했고, 이후에도 미국의 페어차일드(Fairchild)사로부터 장비들을 기증받고 규모를 개발실에서 개발센터로 확장시켰는데, 이는 연구뿐만 아니라 소규모 생산이 가능한 공장 시설도 갖춘 규모였다.¹¹⁰⁾ 1976년 정부는 “전자공업 육성계획”의 일환으로 같은 해 세계은행의 IBRD 차관으로 구미에 한국전자기술연구소를 설립했다. 설립과 동시에 KIST의 반도체개발센터와 전산개발부가 흡수되어, 공정개발부, 설계담당부, 전산개발담당부가 한국전자기술연구소를 구성했다. 이 연구소는 바이폴라 공정기술을 이용하여 VTR용 집적회로를 개발하여 일본으로부터의 수입을 대체하기도 했다.¹¹¹⁾

산업계에서는 1973년 아남산업(주)이 미쓰시타전기산업(주)와의 합작으로 한국나쇼날전기를 설립하고 다음 해 컬러 텔레비전 생산을 개시했다. 1974년에는 삼성전자의 전신이라 할 수 있는 한국반도체주식회사가 강기

109) 전자통신 관련 장비 개발의 역사는 해방 후 한국전쟁을 겪으며 진행된 아마추어 라디오 조립 활동으로부터 시작된다고도 볼 수 있다. 전시 부산에서의 천막교실 물리반과 환복 후 서울 공대의 아마추어 무선 통신 제작 활동을 통해 이후 전자통신 관련 산업에서 중요한 역할을 수행한 인물들 간의 인연이 맺어졌다. 이에 대한 자세한 회고로는 다음을 참조. 강기동, 『강기동과 한국반도체: 강기동 반도체』 (서울: 아모르문디, 2018), 24-105.

110) 과학기술부, 『과학기술정책이 경제발전에 기여한 성과조사 및 과제발굴』 (과천: 과학기술부, 2006), 3-8.

111) 과학기술부, 『과제발굴』, 8, 15-18.

동 박사에 의해 설립됐다. 서울대 공대를 졸업 후 오하이오 주립대에서 전자공학 박사학위를 받은 뒤 모토롤라의 반도체 생산부장을 역임했던 강기동은 실리콘 벨리에 Integrated Circuits International, Inc.를 설립하고, 부천에 공장을 지은 뒤 당시 최신 기술이었던 손목시계용 C-MOS LSI를 설계 및 생산하는 데 성공했다. 하지만 유류 파동으로 자금난에 처한 한국반도체주식회사는 1976년 삼성 그룹에 매각되어 삼성반도체통신주식회사로 상호가 바뀌었고, 그 후 삼성반도체통신은 트랜지스터와 흑백 TV용 집적회로들을 생산했다.¹¹²⁾

1980년대 이후 정부와 재벌 기업들의 반도체 개발 목표는 그 내용에 있어서 큰 차이를 보이기 시작했다. 특정연구개발사업이 시행된 직후 과학기술처는 반도체 부문에 대한 연구개발 목표를 “86년까지 LSI 기술을 국내에서 완성하며, 90년대 초에 VLSI기술을 사용하는 소자를 우리기술로 제작 및 제품화할 수 있는 기반 구축”으로 삼고, 반도체분야에 할당된 약 35억 원의 연구비를 완성품과 관련하여 비메모리 부문에서 8비트 마이크로프로세서, 메모리 부문에서 Electrically Programmable ROM(이하 EPROM) 등에, 기초소자와 관련하여 Bipolar A/D Converter, Gate Array 회로 등에, 공정작업과 관련하여 자동화를 위한 CAD, Wafer의 Epitaxial Growing 제작기술 등에, 반도체 재료와 관련하여 실리콘 재료 개발 등에 배분하기로 계획했다.¹¹³⁾ 이러한 특정연구개발사업의 반도체 부문에 대한 성과는 ROM 분야에서 곧바로 나타나기 시작했다. 미국

112) 한국반도체주식회사의 설립자인 강기동과 이를 매입할 당시 삼성의 사장이었던 강진구는 이 시기에 대해 상반된 서술을 하고 있다. 강기동에 따르면, 그는 한국반도체주식회사의 매각 과정에 관여한 적이 없고 이에 대한 보상도 받지 못했다. 삼성은 C-MOS LSI 생산 능력을 갖춘 한국반도체주식회사의 공장을 인수한 뒤 시계 칩이 성공하자 삼성 내 “강기동계”를 제거하면서 고급기술자들이 숙청됐고, 이후 기술적인 수준 역시 C-MOS LSI에서 바이폴라 트랜지스터를 개발하는 것으로 퇴보했다. 강기동, 『강기동과 한국반도체』, 246-331. 반대로 강진구에 따르면, 한국반도체가 어려움에 처하자 강기동이 먼저 삼성에 연락을 해와 주식지분 이양에 관해 합의했고, 이후 트랜지스터 개발 공로로 수출진흥확대회의에서 대통령 표창을 받기도 했다. 강진구, 『삼성전자 신화와 그 비결』 (서울: 고려원, 1996), 181-199.

113) 과학기술처, 『과학기술연감』 (1982), 197-198.

VLSI Technology Inc.로부터 기술이전을 받은 전자기술연구소는¹¹⁴⁾ 국내 최초로 1982년 9월에 32K ROM의 시제품 개발에 성공하여 전두환 대통령 및 200여 명의 전자산업 기업인들이 참석한 자리에서 시연되었고, 같은 해 10월 25일에는 32K ROM의 제조공정 개발에 성공했으며, 1983년에는 64K ROM을 개발하는 데 성공했다.¹¹⁵⁾

한편 같은 시기 재벌기업들 역시 반도체 개발 사업에 뛰어들기 시작했다. 가장 먼저 현대의 정주영 회장은 1982년 당시 미국에서 KDK Electronics Inc.를 운영하고 있던 강기동 박사에게 사업 계획을 수립할 것을 요청했다. 강기동은 양산 효과와 수요가 크고 설계의 비중이 낮으며 미국 반도체 업계의 견제를 피할 수 있는 제품으로 DRAM을 개발할 것을 추천했고, 1983년부터 미국과 한국에 공장 건설을 착수하기로 했다. 현대의 반도체 사업 계획에 관한 소식을 듣고 이병철은 다음 해인 1983년 DRAM 개발 사업을 추진하기 시작했고, 금성은 정부출연연구소로 1976년 구미에 설립된 한국전자기술연구소를 매입하여 연구개발 시설을 갖추게 됐다.¹¹⁶⁾

114) Texas Instrument 등에서 근무하던 기술자들이 창업한 VTI사는 32K ROM의 일괄 공정기술은 구축했으나 공장을 지니고 있지는 못한 상황이었다. 전자기술연구소는 VTI에 32K ROM을 제공해주고 공정기술을 이전받는 조건을 통해 국내 최초의 NMOS 공정기술을 구축할 수 있었다. 과학기술부, 『과제발굴』, 9.

115) 당시 한국전자기술연구소 소장이었던 김정덕 박사와 과학기술부의 정책사 관련 연구는 이 사건이 이후 국내 대기업들이 반도체 산업에 뛰어들게 만든 계기로 작용했다고 평가한다. 예를 들어 김정덕 박사는 “32K ROM의 개발에 자신을 얻은 연구원들과 기업들의 연구가 64K DRAM으로 이어지는 계기를 마련하였다”고 회고하고 있고, 한국기술경영연구원의 보고서 역시 김정덕 박사의 회고를 따라 “우리나라의 대기업에서도 반도체 개발에는 엉거주춤하고 있었을 때에 정부출연연구소에서의 개발 성공은 대기업들이 자신감을 갖고 반도체산업에 본격적으로 뛰어어드는 기폭제가 되었다”고 평가하고 있다. 과학기술부, 『과제발굴』, 11; p. 20. 참고로 한국전자기술연구소가 64K ROM를 개발한 시점은 미국의 게임 산업이 사양길로 접어들기 시작하면서 게임 칩으로 사용되던 ROM 시장 역시 침체기로 빠져들기 시작한 시기였고, 결과적으로 연구소는 ROM 생산을 중단할 수밖에 없었다. 과학기술부, 『과제발굴』, 15.

116) 반도체사업의 시작 시점과 관련하여 삼성, 현대, 금성, 정부는 모두 다른 서술을 하고 있다. 삼성은 반도체사업 타당성 조사를 위한 이병철 전 회장의 일본 방문과 이후의 결단력이 강조되고 있는 반면, 현대는 삼성보다 먼저 반도체 사업의 계획에 착수했음을 강조한다. 삼성과 현대의 입장에서 역사를 서술한 대표적인

재벌들은 미국에서 반도체 관련 분야를 전공한 전문가들을 본격적으로 영입하기 시작했는데 이 중에서도 삼성이 가장 적극적이었다. 1983년 삼성반도체주식회사의 강진구 사장은 샤프사의 사사키 타다시 부사장을 찾아가 전문가 영입과 관련한 자문을 구했고, 사사키 타다시는 미국으로부터 반도체 기술을 자사에 “이식”해준 이임성 박사를 추천했다. 이임성은 스탠포드대에서 전자공학으로 박사학위를 받고 제너럴 일렉트릭과 IBM의 연구원을 거쳐 버클리대 교수로 재임하던 중 샤프사의 부탁을 받고 샤프의 기술자들을 미국에 파견시켜 8bit 마이크로프로세서 제조기술을 전수하고 이후로 샤프사 고문으로 활동을 했던 인물이었다. 강진구의 부탁을 받은 이임성은 컨트롤 데이터(Control Data)와 허니웰(Honeywell)에서 반도체 공정개발을 담당하다가 자일록(Zilog)에서 개발 책임자로 근무하고 있었던 이상준 박사, 인텔(Intel)을 거쳐 내셔널 세미컨덕터(National Semiconductor)에서 64K DRAM 개발 담당 부장을 지내고 있던 이일복 박사, 인터실(Intersil)과 사이너텍(Synertek)에서 C-MOS 제조 수율 관리를 했던 이종길 박사, 웨스턴 디지털(Western Digital)과 인텔(Intel)에서 메모리설계 공학자로 활약하고 있던 박용의 박사를 영입했다.¹¹⁷⁾

두 저서는 다음과 같다. 강진구, 『삼성전자 신화와 그 비결』; 강기동, 『강기동과 한국반도체』. 한편 같은 시기에 대해 당시 관료들의 회고는 체신부의 역할을 강조한다. 홍성원 당시 청와대 비서관의 회고에 의하면 산업자원부는 반도체를 전략사업으로 선정하자는 목표를 세웠지만 당시 기업들은 컬러TV와 전화교환기에서 활로를 찾겠다고 생각했을 뿐 반도체 투자는 엄두를 못 내고 있었다. 삼성, 금성 등 민간회사들은 당시 급성장하고 있었던 전화시장에서 교환기 생산에 참여하고 있었는데 전화 회선 수를 배정하는 권한을 지니고 있었던 체신부가 수요자 입장에서 시장을 조정할 수 있는 권한이 있었다. 이러한 상황 속에서 최순달 당시 체신부 장관은 직접 재벌 회장들을 면담하면서 반도체 사업의 투자를 고려할 것을 “권고”하였고 “반도체 사업을 안 하겠다고 말할 수 없는 입장”에서 이병철을 시작으로 LG, 대우 등의 일본 및 미국 견학이 시작되었다. 삼성전자의 반도체 기술 개발에 대한 과학사학자의 대표적인 연구로는 송성수의 논문을 들 수 있으나, 이 논문은 삼성이 자체적으로 서술한 기관사에 크게 의지하고 있다는 점을 유의할 필요가 있다. 송성수, 「추격에서 선도로: 삼성 반도체의 기술발전 과정」, 『한국과학사학회지』 제30권 2호 (2008), 517-544.

117) 강진구, 『삼성전자 신화와 그 비결』, 216. 이임성과 샤프와의 관계에 대해서는 다음의 인터뷰를 참조. 이원창, “이임성박사 전 삼성반도체사장 1부” 『사람과

삼성은 같은 해 연구개발 센터와 생산설비 설립에 착수했다. 1983년 7월 실리콘 밸리에 현지법인의 형태로 Tristar Semiconductor Inc.가 설립되었고, 이임성이 영입한 한국인 과학자를 비롯하여 중국, 일본, 인도 등 동양인 과학자들 32명과 제품을 시험 생산할 수 있는 생산 전문요원 75명을 채용했다. 이와 동시에 국내에서는 경기도 기흥의 10만 평 규모의 부지에서 기공식을 갖고 공사에 돌입했다. 국내 부천의 반도체사업부에는 64K DRAM 개발팀이 구성되었고 이들은 미국의 마이크론 테크놀로지(Micron Technology)와 기술도입 계약을 맺고 설계와 칩 3500개를 도입했다. 그 결과 3개월만인 11월 초에 64K DRAM의 시제품 생산에 성공했고, 12월 1일 삼성은 “64K] D램의 생산과 조립과 검사까지 완전히 자체개발하는 데 성공”하였다고 발표했다.¹¹⁸⁾



그림 2-1 삼성의 64K DRAM 개발진 (출처: <https://news.samsung.com/>)

이야기』.

- 118) 64K DRAM의 개발과정에 대한 강진구와 강기동의 서술은 상반된다. 강진구는 마이크론사가 기술도입선이었다는 점을 거론하면서도 64K DRAM의 개발이 “자체개발”이었다고 서술하는 반면, 강기동은 이에 대해 “삼성은 자체 실력으로 개발했다고 크게 선전”했지만, “디자인을 일찍 사왔으면 더 빨리 나올 수도 있었다”고 평가한다. 강진구, 『삼성전자 신화와 그 비결』, 219; 강기동, 『강기동과 한국반도체』. 327.

이어서 진행된 256K DRAM 개발 과정은 삼성이 실리콘 밸리와 기흥에서 두 개의 연구개발 팀을 운영하게 된 시발점이 됐다. 삼성은 국내에서 전자공학을 전공한 젊은 공학자 32명을 선발하여 실리콘 밸리의 현지법인인 삼성반도체연구소(Samsung Semiconductor Institute)에 연수를 보냈다. 삼성은 이들로 하여금 현지법인에 있는 32명의 연구진들과 1대 1로 짝을 이룬 채 256K DRAM 개발 과정을 같이 진행하게끔 했다. 이들은 현지법인에서 256K DRAM을 개발한 뒤 기흥으로 복귀했다. 이로 인해 삼성은 두 연구팀이 동시에 같은 연구를 진행하는 체제가 마련되었고, 이는 이후 1M DRAM의 개발을 미국 현지법인 팀과 기흥팀이 병행하는 것으로 이어졌다.¹¹⁹⁾

64K와 256K DRAM의 설계를 실제로 개발하는 과정에서 연구원들은 이른바 “땅바닥에 기어 다니는 기법(crawl-around-on-the-floor technique)”이라 불리는 기술집약적이고 노동집약적인 방식을 활용했다. 이 방식의 첫 단계는 마이크론사로부터 도입한 칩에 적절한 열화학 처리를 하여 외장재를 걷어낸 뒤, 건식 또는 습식 에칭이나 정교한 사포질을 통해 칩을 한 층 한 층 벗겨내면서 칩을 구성하는 모든 층의 회로들을 개별적으로 촬영하는 것이다. 칩의 모든 층에 대한 회로 사진들이 얻어지면 이들을 바닥에 펼친 후 연구원들의 “기어 다니는” 작업이 시작된다. 연구원들은 사진들 위를 기어 다니면서 각 층의 회로 사진들에서 다른 층의 회로 사진들로 이어지는 회로들을 그려 나갔다. 이러한 “회로 추출(circuit extraction)” 단계를 통해 삼성의 연구원들은 각 층의 2차원 회로 정보들을 서로 연결지음으로써 칩의 전체적인 3차원 회로도룰 재구성할 수 있었다.¹²⁰⁾

119) 강진구, 『삼성전자 신화와 그 비결』, 220-226.

120) “자체 설계기술로 256K D램을 개발”하느라 “연구원들의 무릎이 상처투성이 됐”다는 회고는 다음 기사를 참조. 디지털타임스, “기획-한국 반도체의 뿌리 256K D램 20년, 국산설계 1호...D램 산업 세계1위로 꽃피웠다”, (2004.10.8.). 참고로 무릎을 바닥에 대고 기어 다니며 회로를 설계하는 방법은 반도체 산업계에서 널리 사용되어온 전형적인 역설계 방법이다. “땅바닥에 기어 다니는 기법(crawl-around-on-the-floor technique)”을 포함하여 반도체 산업계에서의 역설계

완공된 기흥 공장을 기반으로 삼성은 시제품 개발에 성공한 64K와 256K DRAM의 양산에 착수했으나, 개발의 성공이 곧 상업적 성공을 보장하는 것은 아니었다. 삼성이 256K DRAM 시제품을 개발했을 무렵 일본의 NEC, Hitachi, Toshiba, Fujitsu, Mitsubishi 사는 이미 1M DRAM 개발을 완료하고 양산 준비 단계에 돌입했고, 64K DRAM, 256K DRAM의 가격은 1985년 새해를 거치며 이전에 비해 50%가 폭락했다. 당시 국내 언론들은 “256메모리는 극히 단명할” 것이라 전망했고, “64K D램에 이어 이제 겨우 256K D램의 상업화 생산에 진입하고 있는 우리나라에게는 상당한 충격을 줄 것”으로 우려했다.¹²¹⁾ 일본 제조업체들의 공급 과잉으로 인한 DRAM의 가격 폭락에 못 이겨 미국의 인텔사는 DRAM 분야의 사업을 철수하기에 이르렀고, DRAM의 가격이 폭락하는 시점에 시장에 진입한 삼성 역시 막대한 적자를 기록하게 됐다.¹²²⁾

삼성의 64K와 256K DRAM의 연이은 개발 또는 삼성의 적자 상황에 대해 당시 과학기술처는 크게 주목하지 않은 것으로 보인다. 삼성이 64K DRAM의 개발 성공에도 불구하고 사업에서 크게 실패하자 청와대 홍성원 비서관은 전두환 대통령에게 5천억 원 규모의 지원을 건의하기도 했지만, 이는 실현되지 않았다.¹²³⁾ 삼성이 64K DRAM 시제품 개발을 발표하고 256K DRAM의 개발에 돌입하던 1984년 말 과학기술처가 제시한 반도체 연구개발 계획은 DRAM과는 여전히 다소 거리가 있었다. 과학기술처는 삼성의 64K DRAM 개발 성공에 대해 “최근 산업계에서도 64K DRAM을 조립하여 상당한 기술수준을 현시하고 있으나 기본적으로는

방법에 대한 설명은 다음 논문을 참조. Randy Torrance and Dick James, “Reverse Engineering in the Semiconductor Industry,” *IEEE Custom Integrated Circuits Conference* (2007), 429-436.

121) 매일경제, “일, 1메가D램 내년 양산 전망”, (1985. 2. 15).

122) 당시 세계 DRAM 시장의 80-90%를 차지하고 있던 NEC, Hitachi, Fujitsu사는 1984년 256K DRAM을 두 배 증산했고, Toshiba, Matsushita, Sharp, Sanyo 등 일본기업들이 256K DRAM 생산 참여를 준비하고 있었다. 이에 따라 “[64K DRAM의] 가격은 더욱 떨어져 시장은 일시에 64K에서 256K 대체될 가능성이 크다”고 예측되었다. 매일경제, “일, 256K D램 2배 증산” (1984. 10. 15).

123) 과학기술부, 『과제발굴』, 214.

Reverse Engineering 형태에 머물고 있어 VLSI에의 도전이 용이하지만은 않다”고 평가했다. 이러한 평가와 함께 한국전자기술연구소는 특정연구개발사업을 통해 교육용 집적회로와 광섬유 제작기술 및 광소자 개발에 착수하였고, 16비트와 32비트 마이크로프로세서의 개발을 중장기 목표로 설정했다.¹²⁴⁾

2.2. 시스템으로서의 컨소시엄

삼성이 256K DRAM을 개발하고 시장에서 고전을 면치 못하던 1986년, 과학기술처는 새로운 계획으로 초고집적반도체기술공동개발(안)을 수립했다.¹²⁵⁾ 1985년 과학기술처가 특정연구개발사업에 투입한 전체 예산은 300억 원, 이 중 반도체 및 컴퓨터 분야에 투입한 예산은 약 45억 원이었는데 사실상 이와 같은 예산 규모로는 반도체 연구개발 사업을 지원하기에 역부족이었다. 과학기술처가 1986년에 새롭게 제안한 반도체 개발 계획안은 과학기술처의 예산 범위 내에서 행해져 왔던 특정연구개발사업과는 달리 경제기획원, 상공부, 체신부 간의 조정과 협력을 바탕으로 3개 년도에 걸쳐 순수연구비 400억 원, 기자재구입비 479억 원, 총 879억 원이 투입되어야 할 초대형 프로젝트에 해당했다.¹²⁶⁾

124) 과학기술처, 『과학기술연감』 (1983), 208-212.

125) 과학기술처가 갑자기 지원에 나선 계기와 관련하여 현재까지 드러난 회고들은 조금씩 다르나 상충하지만은 않는다. 박승덕 당시 과학기술처 연구개발조정실장은 김성진 당시 과학기술처장관이 본인에게 반도체의 연구개발 사업을 정부가 지원해야 한다는 제안을 했다고 회고했다. 반면에 강인구 당시 금성반도체 연구소장은 어려움을 겪고 있었던 “삼성전자의 적극적인 로비로 정부가 개발을 지원하게 되어 과제가 성립된 것으로 알고 있다”고 회고했다. 과학기술부, 『과제발굴』, 22, 29.

126) 경제기획원, 상공부, 체신부, 과학기술처는 몇 차례 조정을 거쳐 최종적으로 순수연구비 400억 원 중 100억 원은 과학기술처의 특정연구개발사업이, 200억 원은 전기통신공사(현 KT)가, 100억 원은 반도체연구조합이 조달하고, 기자재구입비 479억 원 중 200억 원은 석유안정기금에서, 나머지 279억 원은 기업에서 지원 받는 안에 합의했다. 이러한 합의가 일사천리로 진행된 것은 아니었다. 예를 들어

이렇게 출범한 4M DRAM 공동연구 과제는 삼성, 현대, 금성이라는 국내 재벌기업들이 참여했다는 점에서 기존 특정연구개발사업의 과제들과 큰 차이가 있었다. 삼성, 현대, 금성이 모두 참여한 4M DRAM 공동연구 과제는 1984년 특정연구개발사업을 기준으로 기업이 참여 가능했던 전체 과제 수 133 개 중 대기업이 참여했던 과제 수가 여섯 개에 불과했다는 점에 비추어볼 때 매우 이례적인 조합이었다.¹²⁷⁾ 이들 재벌기업들은 4M DRAM 공동연구 과제 참여를 계기로 기타 기업들과 함께 1986년 4월 “한국반도체연구조합”을 설립했다. 이 조합은 반도체 부문의 주요 신제품 및 연구개발에 관한 정보들을 교환하고 필요한 전문 인력을 공동 양성한다는 목표로 삼성, 현대, 금성, 대우, 한국전자, 풍산금속, 럭키소재 등 총 13개 업체가 참여하여 발족된 단체였다.¹²⁸⁾

1986년 8월 22일 전두환은 초고집적반도체기술공동개발(안)에 결재하며 첫 장에 “전자통신연구소장 전 연구원의 인사권을 장악해야 하며 3사는 공동운명체로서 연구소장의 지휘 하에 순응 협조해야 함”이라는 메모를 남겼다. 공동연구의 구성은 전자통신연구소(이하 ETRI)를 총괄연구기관으로 하고 삼성, 현대, 금성이 참여하고 있는 반도체연구조합과 서울대 부설 반도체공동연구소가 공동 참여하는 특정연구개발사업으로 수행하도록 하였다. 총괄연구기관인 ETRI에서는 연구개발을 총괄 관리 및 지원하고, 참여기업인 삼성, 현대, 금성은 설계 및 생산 기술개발을 수행하며,

체신부는 전기통신공사에게 반도체와 전전자교환기 TDX 분야에 연구개발비를 투자할 것을 권유했으나 반도체에 대해서는 거절당했다. 그런데 마침 전기통신공사는 체신부 직영형태로 이루어지고 있던 전화사업을 가지고 독립해 나가면서 이전까지 만년 적자였던 우체국을 위해 매년 500억 원을 보전해주던 책임을 면할 수 있는 상황에 놓여 있었다. 체신부는 전기통신공사를 독립시키는 대가로 우체국에 보전해주던 연 500억 원을 반도체 연구개발비로 돌리고, 또 그 대신 전화요금을 인상시켜주는 조건으로 문제를 해결했다. 이에 대해 홍성원 당시 대통령 비서관은 오명 당시 체신부 차관, 이우재 전기통신공사 사장 “모두가 연구개발에는 적극적인 분들이셨기 때문에” 해결될 수 있었다고 회고한다. 과학기술부, 『과제발굴』, 216. 참고로 오명, 이우재. 홍성원은 육사 선후배 관계이다.

127) 과학기술처, 『국회요구자료 : ‘84특정연구개발사업확정내역 : 별책(경제과학위원회)』 (과학기술처, 1984).

128) 중앙일보, “「반도체 연구조합」 설립”, (1986.4.10.).

서울대부설 반도체공동연구소는 연구인력의 양성과 기초연구 수행을 담당했다. 연구개발기간은 1986년 3월부터 1989년 3월까지로 잡고, 세 단계에 걸쳐 각각 1.25um 선폭의 1M DRAM 반도체 개발, 1.0um 선폭의 4M DRAM 반도체 개발, 0.8um 선폭의 4M DRAM 개발을 목표로 삼았다.¹²⁹⁾

하지만 정부의 야심찬 계획과는 반대로 기업들은 초고집적반도체기술 공동개발에 대해 의구심을 지니고 있었다. 먼저, 기본적으로 경쟁 관계에 놓여 있는 기업들끼리 협력을 통해 DRAM을 개발한다는 것을 상상할 수 없었다. 게다가 공동 연구를 수행하는 것 자체가 기술적으로 불가능했다. DRAM 공정기술과 관련하여 삼성은 마이크론(Micron)과 샤프(Sharp)로부터, 현대는 비텔릭(Vitellic)으로부터, 금성은 AMD로부터 기술을 도입하여 이 기업들은 서로 다른 공정 기술을 가지고 있었다. 마지막으로, 공동개발사업을 통해 개발이 성공적으로 이루어진다면 하더라도 이는 타이밍 상 좋지 않게 여겨졌다. DRAM의 집적도가 매 2년마다 네 배씩 증가한다는 점을 고려한다면, 초고집적반도체기술공동개발이 목표로 삼는 1988년에 일본의 기업들은 이미 개발을 완료하여 해당 제품의 가격이 폭락할 것이라 예상됐다. 그러나 이러한 문제들에도 불구하고 당시 한국 기업의 입장에서는 초고집적반도체기술공동개발사업에 참여하는 것 외에 마땅히 대안이 없었던 것도 사실이었다.¹³⁰⁾

초고집적반도체기술공동개발의 총괄 책임은 김정덕 박사가, 간사는 강인구 박사가 맡았다. 이 둘은 1972년부터 국방과학연구소에서 유도탄 미사일인 백곰의 개발 과정에서 핵심적인 역할을 수행했던 인물들이었다. 김정덕은 육군사관학교를 졸업하고 조지아텍(Georgia Institute Technology)에서 전자공학 박사학위를 취득한 뒤 육군사관학교 교직을 거쳐 그 역시 1975년부터 1982년까지 국방과학연구소에서 전자통신사업

129) 과학기술처, “초고집적반도체기술공동개발(안)” (대통령기록관, 1986), 관리번호: 1A0061417454756 3.

130) 과학기술부, 『과제발굴』, 29-30.

단 단장으로 유도탄 개발 사업에 참여했다. 강인구는 해군사관학교를 졸업하고 뉴멕시코 대학교에서 전자공학 박사학위를 받은 뒤, 1973년부터 국방과학연구소에서 유도조종 연구실장으로 백곰의 개발 과정에 기여했다.¹³¹⁾

김정덕과 강인구는 1970년대 국방과학연구소에서 백곰 사업을 수행하면서 다양한 기술분야들을 종합하여 미사일이라는 하나의 결과물을 만들어내는 과제를 수행하고 관리하는 경험을 쌓은 바 있었다. 백곰 사업의 목표는 미군이 한국 공군에 넘긴 지대공 미사일 나이키 허큘리스(Nike-Hercules)를 모형으로 하되 이를 지대지로 변형한 미사일을 개발하는 것이었다.¹³²⁾ 이 중에서도 김정덕과 강인구가 맡은 작업은 나이키 허큘리스의 유도 장치인 Missile Tracking Radar(이하 MTR)와 Target Tracking Radar(이하 TTR)를 반도체화하고 이에 기반한 미사일의 유도 시스템을 개발하는 것이었다. 이들이 개발한 전자 장비는 TTR과 MTR을 통해 각각 얻은 목표물과 미사일의 운동 및 위치에 대한 정보를 실시간으로 종합하여 이를 다시 탄도에 전달해주는 되먹임 시스템이었다. 그가 국방과학연구소에 들어가 가장 먼저 연구한 내용은 탄도가 목표물을 향해 나아갈 때 실시간으로 최소거리를 계산해 내어 피드백을 통해 최소 경로를 조정해내는 전자 시스템의 개발이었다. 김정덕은 1978년 2월부터 지상 유도장치 및 조립 점검 책임자로 임명된 이후 기체 추진기관, 유도조종, 발사대, 레이더 등 각 기술분야들을 종합하는 임무를 맡았다. 이 작업은 유도탄을 구성하는 각종 하부 시스템들을 최적의 효율로 배치하고 종합하여 “입력(input)과 산출(output)이 분명한” 하나의 완성된 시스템을 구축하는 것이었다.¹³³⁾

ETRI는 4M DRAM이라는 “산출(output)”을 보다 구체적으로 설정했

131) 신동호, 「과학기술계의 양대 산맥」, 과학기자 모임 편집, 『신한국 과학기술을 위한 연합보고서』, 133; 안동만, 김병교, 조태환, 『백곰』, 127. 당시 ETRI 소장이었던 경상현 박사가 처음에는 과제 책임자로 위촉됐지만 건강상을 이유로 김정덕으로 교체됐다.

132) 안동만, 김병교, 조태환, 『백곰』, 120-125.

133) 같은 책, 212, 221, 259; 김정덕 인터뷰 (2016. 3. 23).

다. 1980년대 중반은 DRAM의 집적도 향상을 위해 새로운 축전기(capacitor)의 구조가 요구되고 있던 시기였다. 1961년 페어차일드사(Fairchild)의 노이스(Robert Noyce)에 의해 평면 구조(planar structure)의 축전기가 개발된 이후로 DRAM의 집적도는 실리콘 기판 위에 평면 구조의 축전기를 보다 고밀도로 배치시키는 작업에 의해서 향상되어 왔다.¹³⁴⁾ 그러나 DRAM의 용량이 증가하면서, 당시 현존하고 있던 평면구조가 4M DRAM과 같은 고집적회로를 구현하는 것이 불가능할 것이라는 예측이 불거져 나오고 있었다. 기술사학자 에드워드 콘스탄트(Edward Constant)의 “추정적 변칙현상(presumptive anomaly)”이라는 개념을 제안하며 주장했던 것과 유사하게 일본 기업의 공학자들은 4M DRAM의 개발 이전에 평면 구조가 마주하게 될 변칙현상을 예측함으로써 이미 새로운 입체 구조를 제안한 바 있었다.¹³⁵⁾ 평면구조의 한계를 극복하기 위한 대안으로 1979년에 처음으로 실리콘 기판 위에 축전기를 겹겹으로 쌓아올리는 스택(stack) 구조가 히타치 중앙연구소의 공학자들에 의해 제안되었다.¹³⁶⁾ 1983년에는 축전기를 실리콘 기판 속에 매립시

134) DRAM에 저장되는 정보의 기본 단위인 1비트(bit)는 집적회로 내부 각 축전기의 충전 및 방전에 각각 1과 0으로 대응된다. 그러므로 DRAM의 크기를 유지하면서 용량을 증가시키는 작업은 그러한 축전기를 보다 높은 밀도로 배치시킬 수 있는 기술을 요구하게 된다.

135) 에드워드 콘스탄트는 토마스 쿤(Thomas Kuhn)의 “변칙현상(anomaly)”이란 개념을 기술사에 적용시킴으로써 “추정적 변칙현상”이란 용어를 만들었다. 이는 변칙현상의 출현이 위기로 이어지고 과학혁명을 이끄는 과학사와는 달리, 기술사에서 기술적 실패를 직접적으로 경험하지 않고도 변칙현상을 미리 예측함으로써 새로운 기술패러다임(technological paradigm)이 제안되고 기술혁명(technological revolution)이 발생할 수 있다는 견해이다. Edward W. Constant, “A Model for Technological Change Applied to the Turbojet Revolution,” *Technology and Culture* 14, no. 4 (1973), 553-372. “추정적 변칙현상”을 반도체기술의 역사에서 급진적인 기술이 제안되는 과정에 대한 분석에 활용한 연구로는 다음을 참조할 수 있다. Hyungsub Choi and Cyrus CM Mody, “The Long History of Molecular Electronics Microelectronics Origins of Nanotechnology,” *Social Studies of Science* 39, no. 1 (2009), 11-50.

136) Mitsumasa Koyanagi and Norikazu Hashimoto, “Novel High Density, Stacked Capacitor Mos RAM,” *Japanese Journal of Applied Physics* 18, no. S1 (1979).

키는 트렌치(trench) 구조가 역시 히타치에 의해 제안되었고 이는 2년 후에 IEEE Rappaport Award를 수상하기도 했다.¹³⁷⁾ 이처럼 입체 구조로 새롭게 제안된 스택과 트렌치 디자인은 각각 장단점을 지니고 있었다. 트렌치 디자인은 기판 아래로 해당 구조를 깊게 파 내려가기만 하면 스택 디자인과 비교하여 동일 면적 대비 축전기 용량을 크게 증가시킬 수 있다는 장점이 있었다. 그 대신 트렌치 구조는 스택 구조에 비해서 평면구조에서 사용되었던 공정 기술의 상당 부분을 교체해야만 한다는 부담이 있었다.¹³⁸⁾ 이처럼 두 가지 대안적인 기술이 존재하는 상황에서 주류 제조사들은 트렌치 구조를 선택하고 이에 기반한 DRAM 개발을 진행하고 있었다. 당시 메모리 시장에서 점유율 1, 2위를 차지하고 있었던 NEC와 도시바를 비롯하여, 텍사스 인스트루먼트(Texas Instrument), IBM, 미츠비시(Mitsubishi)와 같은 주류 제조사들은 트렌치 디자인을 선택한 반면, 히타치(Hitachi)와 후지츠(Fujitsu)는 스택 디자인을 선택했다.

ETRI의 공학자들 역시 트렌치 디자인을 미래의 “가장 유망한” 기술이라 평가했다. 이들은 트렌치 디자인의 공정기술이 복잡하여 해결해야만 하는 여러 기술적 문제들이 있고 이들을 해결한다 하더라도 공정의 복잡성으로 인해 경제성 문제가 야기될 수 있는 단점이 있지만, 이 기술을 통해 소자의 면적을 획기적으로 감소시킬 수 있을 것이라 예상했다.¹³⁹⁾ 이후에도 트렌치 디자인은 차세대 메모리 소자를 위한 기술혁신의 사례로 여겨졌다. 많은 공학자들에 의해 트렌치 구조의 불안정성이 단점으로 지적되었지만, 그러한 단점들은 스택 구조를 선택해야 할 이유가 아닌, 오히려 저손상에칭(low damage etching), 곡률 부분 연구 등과 같은 연구들을 통해 해결되어야 할 미래의 연구문제로 제안됐다.¹⁴⁰⁾ 국내외를

137) Hideo Sunami et al., "A Corrugated Capacitor Cell (CCC) for Megabit Dynamic MOS Memories," *IEEE Electron Device Letters* 4, no. 4 (1983).

138) Hideo Sunami, "Cell Structures for Future Dram's," presented at the Electron Devices Meeting, 1985.

139) 한국전자통신연구소, "Microelectronics 기술개발 중 MOS 공정기술 개발에 관한 연구" (서울: 과학기술처, 1986), 37.

아우르는 이러한 경향은 초고집적반도체기술공동개발사업에 있어서도 예외가 아니었다. 이 사업은 반도체 분야 중에서도 “선두주자만이 국제경쟁력 확보가 용이”하다는 기억소자 부문에서 “기술도약기회”를 놓치지 않아야 한다는 점을 강조하면서, 트렌치 디자인에 기반하여 4M DRAM을 개발할 것을 명시했다.¹⁴¹⁾

30개월이라는 총 연구 기간과 트렌치라는 4M DRAM의 기술적 디자인이 이미 대통령 결재에 의해 승인이 된 상태에서 초고집적반도체기술공동개발사업의 총괄기관이었던 ETRI는 연구 절차를 보다 상세히 계획할 필요가 있었다. 이 과정에서 Program Evaluation and Review Technique (이하 PERT)이라는 관리 기법이 동원됐다.¹⁴²⁾ PERT는 1958년 미해군 특수프로젝트부(Navy Special Projects Office)가 Lockheed Aircraft Corporation사, Booz, Allen and Hamilton사와 함께 폴라리스 잠수함용 미사일을 개발하는 과정에서 개발의 진척 상황을 측정하고 관리하기 위해 개발된 일종의 관리 기술로, 각 세부 공정 경로에 대한 예상 소요 시간 값들을 구한 뒤 만약 총 공정의 예상 소요 시간이 허용 기일을 초과할 경우 진척 정도가 미진한 특정 경로에 인적, 물적 자원을 집중적으로 투입하여 전체적인 시간의 경로를 최소화하는 방법론이었다.¹⁴³⁾ 이 방법론은 1966년 대림산업이 미군 비행장 공사의 하청 작업을

140) 유현규, 강상원, 이진효, “차세대 기억소자의 기술동향”, 『전자공학회지』 14(4) (1987), 265-277.

141) 과학기술처, “초고집적반도체기술공동개발(안)”, 1-2.

142) 과학기술부, 『과제발굴』, 68; 김정덕 인터뷰 (2016. 3. 23).

143) PERT 또는 이와 유사한 Critical Path Management(이하 CPM)와 같은 관리 기법은 1960년대 미국에서 대규모 연구개발을 관리하는 방법론으로 널리 활용되었다. 이와 관련하여 과학사학자들은 거대과학의 관리 기법과 과학기술자들의 독립성 간의 관계에 대해 다양하게 논의해왔다. 예를 들어 웨스트윅(Peter Westwick)은 1960년대 초반 미 원자력위원회(Atomic Energy Commission) 산하 국립연구소들이 1960년대 초반 PERT를 수용하면서 이전까지 비교적 자유를 누렸던 연구 프로그램들이 엄격한 감독과 제어를 받는 등 권한이 원자력위원회로 중앙집중화 되었음을 지적하며 이를 “관리적 간섭(managerial meddling)”이라 표현했다. 갤리슨(Peter Galison)은 1970년대 초 입자가속기라는 거대 연구 시설에서 다양한 분야가 교차하는 이른바 “교역지대(trading zone)”가 출현할 수 있었던 첫째 원인으로 CPM을 들며, 이 기법의 도입으로 사업 관리자(Project Manager)

추진하던 중 미군 측으로부터 PERT에 의한 계획공정표 제출을 요구받으면서 처음으로 작성되었고, 1960년대 후반 육군 건설공병대가 경부고속도로 일부 구간을 건설하는 과정에서 사용되기도 했다.¹⁴⁴⁾

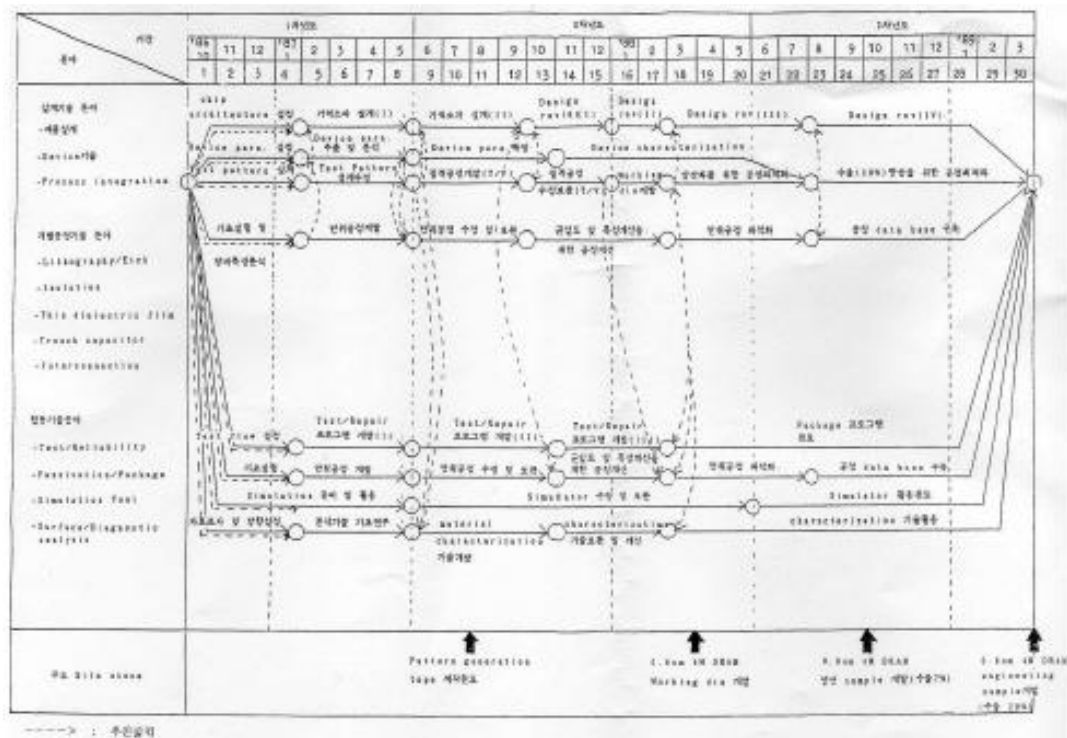


그림 2-2 PERT로 계획된 4M DRAM의 연구개발 일정 (출처: 과학기술부, 『과제발굴』, 68)

의 권한이 강화됐다고 보았다. Peter Westwick, *The National Labs: Science in an American System, 1947-1974* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 2003), 272-274; Peter Galison, *Image and Logic: a Material Culture of Microphysics* (Chicago: University of Chicago Press, 1997), 593-684. 이와 유사한 연구 관리 기법이 생물학 분야에서 활용된 사례에 대한 분석으로는 다음을 참조할 수 있다. Robin W. Scheffler, “Managing the Future: The Special Virus Leukemia Program and the Acceleration of Biomedical Research,” *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences Part B* 48, (2014), 231-249; Doogab Yi, “Governing, Financing, and Planning Cancer Virus Research: The Emergence of Organized Science at the U.S. National Cancer Institute in the 1950s and 1960s,” *The Korean Journal for the History of Science* 38, no. 2 (2016), 321-349.

144) Saul I. Gass and Carl M. Harris eds., *Encyclopedia of Operations Research and Management Science* (Boston: Kluwer Academic, 2000), 591; 이종영, 정경원, 『PERT/CPM 이론과 실무, 응용』 (서울: 한국이공학사, 1983), 41-42.

4M DRAM 개발 공동과제의 책임자였던 김정덕은 1970년대 국방과학연구소 재직 시절 PERT를 활용한 유도탄 개발 사업의 계획 과정에 참여한 바 있었다. 1972년 4월 14일 국방과학연구소는 “항공공업 육성계획 수립지시”라는 위장 사업명으로 1974년까지 단거리 전술 지대지 유도탄을, 1976년까지 장거리 지대지 유도탄을 개발하라는 지시를 국방부로부터 받았다. 이 작업은 대미 보안을 위해 미국 기술지원단이 있는 국방과학연구소에서는 수행될 수 없었던 관계로 보안사령부가 마련한 안가에서 작업이 이루어졌는데, 이 작업에 김정덕과 구상희, 박귀용, 이경서, 최호현, 홍재학 등이 참여했다. 이들은 보안학교에서 군사보안 교육을 받고 1972년 5월 8일부터 안가라고 안내된 이촌동의 한 아파트에서 4개월간 숙식을 하며 미국으로부터 입수한 여러 기술 자료들을 기반으로 개발 계획 총괄, 추진기관, 기체, 유도 조종, 시험평가, 공작 등에 대한 구체적인 계획을 PERT의 형태로 작성했다.¹⁴⁵⁾

PERT의 방법론에 따라 ETRI는 4M DRAM의 관련 기술들을 분해하여 각각의 경로에 따라 역할을 분배하고 소요 시간을 예측했다. 이들은 기술의 종류에 따라 제품기술(제품설계 기술, 종합공정 기술, 소자 기술), 개별공정기술(미세패턴 형성 및 식각 기술, 소자격리 기술, 박막 유전체 형성 기술, 배선 기술, 입체구조 캐패시터 기술), 협동기술(보호막 및 포장 기술, 시뮬레이션 기술, 시험 및 신뢰성 기술), 기타(반도체 소재 및 표면 분석)와 같이 네 개의 분야 및 12 개의 과제로 구성하고 기타를 제외한 11 개의 과제를 기업들에게 맡겼다.¹⁴⁶⁾

하지만 장비들을 배치하는 단계에서부터 PERT가 전제로 삼는 분업과 협업의 도식이 작동하기 어렵게 됐다. 인력 및 예산이 배분된 뒤 이에 따라 일련의 개발 과정들이 분업으로 이루어지고 각 결과물들이 결합되

145) 안동만, 김병교, 조태환, 『백곰』, 108-111; 구상희, “박대통령 자리까지 날아온 탱크 파편: 한국 미사일 개발의 산 증인 구상희 박사 회고 1”, 『신동아』 (동아일보사, 1999), 432-449.

146) 과학기술처, “초고집적반도체기술공동개발(안)”.

어 하나의 DRAM이 만들어지는 과정과는 거리가 있었다. Lithography, Trench Capacitor, Epitaxy, Thin Dielectric Film 등으로 구분된 분야에 필요 예산과 인력은 배분되었지만, 삼성, 금성, 현대는 이를 다시 셋으로 나누어 연구를 제각기 진행하기로 결정했다. Ion-etcher, X-ray lithographer, furnace와 같은 장비들은 정부 자금으로 구입한 뒤 공동으로 사용하는 것을 원칙으로 하였으나, 이들은 각 재벌의 기업 연구소 내부에 설치됐다.¹⁴⁷⁾ 비록 예산과 장비들이 동일한 기술개발 과제에 대해서 각 기업들의 연구소로 배분되었지만, ETRI는 PERT 상에서 개발 단계의 시한들을 다음과 같이 명시했다. 이에 따르면 17개월 이후인 1988년 2월 시제품(prototype)이 개발 완료되어야 했고, 24개월 후인 1988년 9월에는 대량 생산 수율이 7%에 도달해야 했으며, 마지막으로 30개월 후인 1989년 3월에는 수율이 20%에 도달해야 했다.

청와대 비서실과 과학기술처 장관으로부터 초고집적반도체공동개발사업 총괄 책임자에게 이르기까지 이들은 연구 관리에 관한 모형 뿐만 아니라 그러한 모형을 실제로 구현할 수 있는 구체적인 기법들을 공유하고 있었다. 그들이 1970년대에 국방과학연구소에서 PERT를 이용하여 유도탄을 개발했던 것처럼, 반도체의 개발 역시 같은 기법으로 연구의 진도를 확인하고 평가함으로써 성공할 것으로 여겨졌다. 초고집적반도체기술 공동개발사업은 그들의 표현을 빌리자면, “입력(input)”과 “산출(output)”이 분명하게 정의될 수 있는 거대한 시스템에 해당하는 것이었다. 입력물로 연구비와 재벌 기업의 공학자들이 PERT로 계획된 시스템으로 투입되면 촘촘한 일정의 보고와 평가 절차들을 거쳐 트렌치 기반의 4M DRAM이라는 특정한 “출력(output)”이 산출될 것이었다.

147) 김정덕 인터뷰 (2016. 3. 23).

2.3. 4M DRAM 개발의 “성공”

특정연구개발사업의 관리 규정에 따르면, 초고집적반도체기술공동개발 하에서 수행된 연구 결과들은 각 기업 연구소에서 제출한 보고서들을 통해 모두 공유돼야 했다. 특정연구개발사업의 연구협약 조건에 따라, 삼성, 현대, 금성의 공학자들은 연구 계획서, 규격서, 실행보고서, 분기별 보고서, 개인별/분야별 중간보고서, 최종보고서, 회의록 등과 같은 서류들을 주어진 양식을 따라 정해진 기한 내에 ETRI를 통해 과학기술처에 제출해야 했다.¹⁴⁸⁾ 그러나 연구개발 개시 후 1년이 지난 뒤, 대다수의 보고서들이 기한보다 늦게 제출됐을 뿐만 아니라, 제 시간에 제출된 보고서들마저도 ETRI가 요구한 양식을 지키지 않고 있었다.¹⁴⁹⁾ 이에 결국 과제 책임자였던 김정덕은 “지침”을 하달함으로써 이 문제를 해결하려 했다. 그는 “기술문서 작성 세부지침”, “실행연구 과제계획서 작성지침”, “연구요원 상호과견지침”을 배포함으로써 표준화된 절차를 연구원들이 모두 인지하도록 했다.¹⁵⁰⁾ 그 이후로 기업의 연구원들은 주어진 양식을 모두 따랐지만, 그 대신 그들의 연구 절차나 실험 결과를 매우 간단하거나 모호한 방식으로 표현함으로써 정보 유출을 방지했다.¹⁵¹⁾ 이에 대응하여 김정덕은 “기술 교류 회의”를 개최하여 기업들 간의 정보 교환을 촉진하고자 했으나, 기업의 연구원들은 오직 실패한 실험 결과만을 발표했다. 그러자 김정덕은 보고서의 양과 질에 따라서 연구비를 차등지급하는 인센티브 체계를 도입했고, 비공식적으로는 기술 회의 이후 회식 자리에서 연구원들 간에 기술 교류를 할 수 있도록 도모하기도 했다.¹⁵²⁾

더욱이 트렌치라는 같은 기술적 디자인에 기반하여 기술 정보가 교환

148) 한국전자통신연구소, “최종연구보고서: 초고집적 반도체기술 공동개발(1차년도)” (1987), 187.

149) 같은 글, 187-188.

150) 같은 글, 204.

151) 김정덕 인터뷰 (2016. 3. 23).

152) 김정덕 인터뷰 (2016. 3. 23).

될 것이라 기대했던 바와는 달리, 각 기업의 연구자들은 서로 다른 기술적 디자인의 가능성들을 열어놓고 있었다. 사업이 시행된 첫 해, 기술적으로는 금성은, 스택, 트렌치, 평면 디자인에 대한 기초적인 조사를 수행한 뒤, 스택 디자인으로 개발할 것임을 결정했다. 트렌치 디자인은 개발에 성공할 경우 집적도를 획기적으로 향상시킬 수는 있었지만 기술적인 난점이 많아 당시 금성의 입장에서 트렌치 디자인으로 4M DRAM을 개발한다는 것은 매우 위험한 도전이기도 했다.¹⁵³⁾ 삼성은 해외의 제조사들이 4M DRAM을 트렌치와 스택 중 어떤 디자인에 기반하여 개발하는지에 대한 조사를 진행했다.¹⁵⁴⁾ 한편 현대는 몇 가지 알려진 디자인들의 장단점을 조사한 뒤, Spin Dependent Tunneling이라는 “독자적인” 트렌치 구조를 “고안”해냈다.¹⁵⁵⁾ 트렌치의 디자인을 5 μ m의 깊이와 1.5 μ m의 폭으로 한다는 구체적인 기술명세를 제시했던 한국정보통신연구소의 의도와는 달리, 개별 기업의 연구소들은 하나의 특정한 디자인을 목표로 삼는 것에 대해서 유보적인 태도를 유지하고 있었다.¹⁵⁶⁾

스택과 트렌치 중에서 어떤 구조가 성공적일지 불확실한 상황 속에서 삼성은 내부적으로 각각 스택과 트렌치 구조에 기반하여 연구를 진행하는 두 연구팀을 운영하기 시작했다. 이들은 4M DRAM의 개발이라는 같은 목표를 공유한 채, 먼저 개발에 성공하는 팀이 살아남고 그렇지 못한 팀이 해체되는 조건으로 경쟁에 돌입했다. 그러나 이와 같이 두 팀이 동시에 운영 중이라는 사실은 비밀사항으로 부쳐졌기 때문에 삼성 외부에서는 아무도 이를 인지할 수 없었다.¹⁵⁷⁾ ETRI에 제출된 보고서들에서 삼성은 여전히 그들 연구의 목표를 트렌치 디자인의 개발로 표현했다.

153) 한국전자통신연구소, “최종연구보고서(1차년도)”, 16, 22; 김정택 인터뷰 (2016. 3. 23).

154) 한국전자통신연구소, “최종연구보고서(1차년도)”, 15; 한국전자통신연구소, “제1차년도 평가위원회 개최” (1987), 3.

155) 한국전자통신연구소, “최종연구보고서(1차년도)”, 27, 37.

156) 같은 글, 7.

157) 진대제, 『열정을 경영하라』 (과주: 김영사, 2006), 224-35; 강진구, 『삼성전자 신화와 그 비결』 55-60.

적으로 작동해야만 했다. 1987년 12월이 다 되도록 시제품이 개발되지 못했지만, 대통령에 대한 보고 일자는 1988년 2월 8일에서 더 이상 연기될 수 없었다. 1987년 6월의 민주화 운동을 계기로 전두환 대통령은 1988년 2월에 임기에서 물러나기로 했기 때문에 그 이후에는 대통령에 대한 보고가 불가능했다. 결국 삼성의 스택 연구팀에 속해 있었던 진대제와 그의 동료들이 1988년 1월 시제품을 개발하는 데 성공했다.¹⁵⁹⁾ 하지만 삼성의 개발 성공 직후 김정덕은 또 다른 고민에 빠졌다. “한 기업의 성공을 전체 컨소시엄의 성공으로 여겨도 되는 것인가?”¹⁶⁰⁾ 이 질문에 답하기 위해서 그는 몇 차례 내부 회의를 거쳐 해당 사업이 공동연구를 통해 이루어진 만큼 한 기업의 성공이 전체 성공이라고 볼 수 있다는 해석을 얻었다.¹⁶¹⁾

1988년 2월 8일 오전, 과학기술처, 정보통신부 장관, 경제비서관, 과학기술비서관, 한국정보통신연구소장, 이건희 회장, 구자경 회장, 정주영 회장이 배석한 가운데, 4M DRAM 개발 성공에 관한 대통령 보고가 시작됐다. 보고 회의에서 맨 뒷줄의 구석에 앉아 있었던 김정덕은 고도로 긴장한 채 상황을 주시하고 있었다. 그가 가장 우려했던 상황은 대통령이 금성이나 현대 역시 개발에 성공했는지를 묻는 것이었다. 그러나 다행히도 대통령은 저녁 만찬 시간을 통해서야 세 회장들에게 다른 질문을 던졌다. 대통령은 회장들에게 “여러분들이 서로 사이가 좋지 않아서 서로 얼굴도 보지 않는다고 들었다”고 운을 떼면서 “반도체 개발 계획을 내가 결재하고 성공한 덕분에 서로 화해할 수 있었다고 들었다”고 말했다. 그는 앞으로도 협력할 것을 요청하면서 참석자들에게 16M와 64M DRAM의 공동개발도 진행할 것을 지시했다.¹⁶²⁾ 이틀 후, 모든 언론들은 4M DRAM의 개발 성공을 보도하면서 산학연 협동이 한국으로 하여금 기술 혁신에서 뒤처지지 않고 반도체 강국의 문턱에 이르게 했다고 평가했

159) 진대제, 『열정을 경영하라』, 56.

160) 과학기술부, 『과제발굴』, 31-21; 김정덕 인터뷰 (2016. 3. 23).

161) 과학기술부, 『과제발굴』, 31-32.

162) 같은 글.

다.¹⁶³⁾

4M DRAM 개발 사업이 아직 진행 중이었지만, 한국정보통신연구소는 16M와 64M DRAM 공동개발을 위한 계획에 착수했다. 한국정보통신연구소는 4M DRAM 공동개발사업을 모형으로 삼고, 한국정보통신연구소, 금성, 삼성, 현대, 대학이 공동으로 참여하는 안을 마련했다. 그러나 당시 삼성 반도체 연구소장이었던 김광호는 한국정보통신연구소에게 16M 및 64M DRAM 공동개발 사업에는 참여하지 않을 것임을 알렸다. 그는 삼성이 공동개발에 참여하는 다른 기업들에 비해 크게 앞서 있기 때문에 해당 사업에 참여하는 것은 반도체 기술의 유출 위험만 안게 될 가능성이 높다고 보았다. 이에 대해 삼성이 참여하지 않는다면 공동개발이 의미가 없어질 것이라 보았던 김정덕은 당시 삼성 부회장이면서 개인적으로 친분이 있었던 강진구에게 접촉했다. 김정덕은 강진구에게 삼성이 독자적으로 세계 DRAM 시장의 15% 이상을 점유하지 못할 것이라고 말하면서, 공동개발에 참여함으로써 “한국의 DRAM 점유율”이 전체적으로 40%에 이를 수 있다면 삼성에게도 이득이 될 것이라고 설득했다. 김정덕 본인조차도 이러한 논리가 삼성을 설득시킬 수 있을지 확신을 갖지 못했지만, 결국 강진구는 김정덕의 제안을 받아들여 16M 및 64M DRAM의 개발에도 참여하게 됐다.¹⁶⁴⁾

163) 경향신문, “반도체산업 선진 진입” (1988. 2. 10); 동아일보, “반도체기술 세계 3위로” (1988. 2. 10).

164) 과학기술부, 『과제발굴』, 32; 강진구가 김정덕의 제안을 받아들인 이유에 관한 기록은 없다. 하지만 삼성의 입장에서 기술 정보만 보호될 수 있다면 정부의 막대한 연구 자금 지원의 이점은 무시할 수 없었을 것이다.

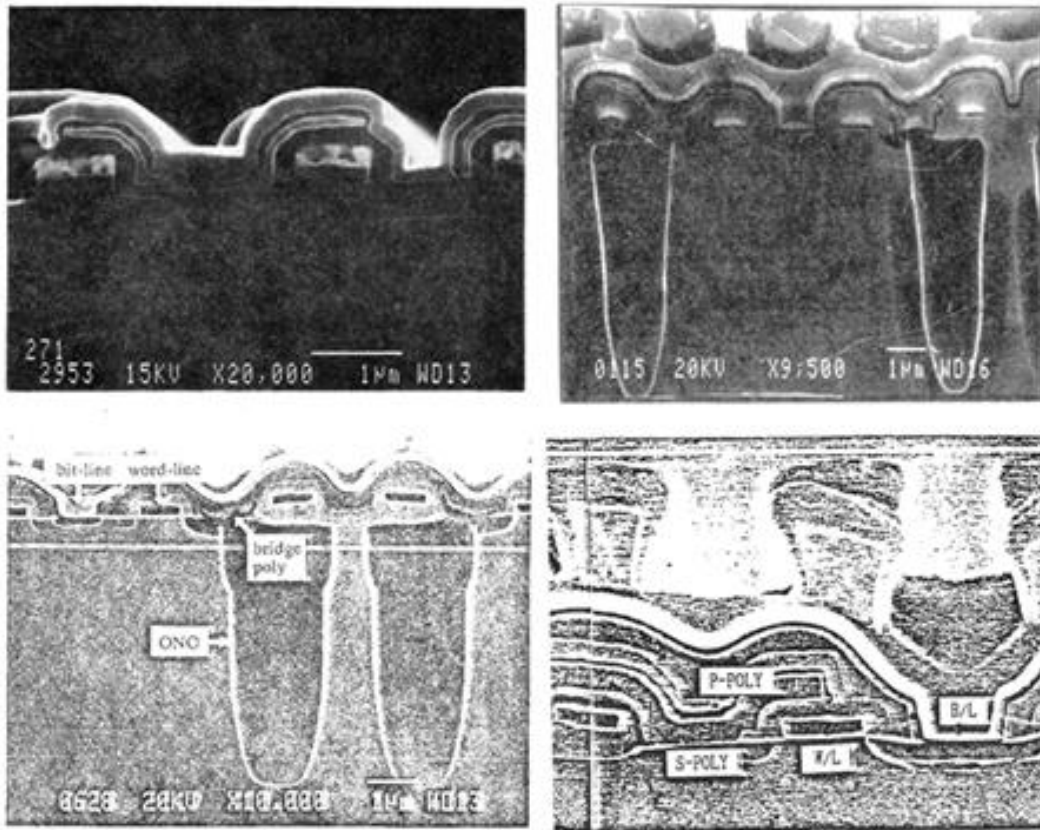


그림 2-4 각 기업들의 개발 결과물. 상좌: 금성에 의해 제작된 스택 기반 축전기. 상우: 현대에 의해 제작된 트렌치 기반 축전기. 하좌: 2년차 삼성 측 보고서에 등장한 트렌치 기반 축전기. 하우: 3년차 삼성 측 보고서에 등장한 스택 기반 축전기 (출처: 한국전자통신연구소, “2차년도 연구개발 추진실적 보고”, 62, 53; 한국전자통신연구소, “제3차년도 연구개발 추진실적 보고”, 50, 97)

1987년 3월, 초고집적반도체기술공동개발사업은 비교적 조용히 마무리됐다. 20%의 수율 달성이라는 PERT의 마지막 단계 목표는 삼성의 스택 연구팀이 20.39%의 수율에 도달함으로써 달성될 수 있었다. 공동개발사업이 마무리 된 후에서야 삼성은 그들의 축전기 디자인을 트렌치에서 스택으로 변경하였음을 간단하게 언급했다.¹⁶⁵⁾ 비록 목표치의 수율은 달성되지 못했지만, 공동연구사업 2년 차에 스택 디자인을 선택했던 금성의

165) 한국전자통신연구소, “초고집적 반도체기술 공동개발(3차년도)” (1989), 21; 진대제, 『열정을 경영하라』, 56.

연구원들은 1.57%의 수율을 달성할 수 있었다. 반면 트렌치 디자인을 고수했던 현대의 연구원들은 시제품을 개발하는 데 실패했다. 하지만 이때는 미국과 일본 사이의 반도체 분쟁이 최고조에 이르고 있을 무렵 “하늘이 도운” 시기였다.¹⁶⁶⁾ 미국의 DRAM 제조사들이 일본 기업들의 덤핑으로 인해 큰 피해를 입고 있을 무렵, 레이건 행정부는 1986년 9월 20일 일본과 반도체 무역 협정(Semiconductor Trade Agreement)을 맺었다. 이 협정의 요지는 일본의 덤핑에 대항하여 가격 하한제를 설정하여 일본의 DRAM 가격이 일정 가격 이하로 떨어지지 못하게 하는 것이었다. 이러한 협정에 따라 일본 제조사들은 DRAM 제품의 공급량을 줄였고, 이로 인해 DRAM 제품의 가격이 상승하면서 삼성을 포함한 한국의 DRAM 제조사들이 큰 이익을 볼 수 있게 된 것이다. 게다가 1980년대 후반은 PC 산업이 세계적으로 급성장하는 시기였고, 이에 따라 높아진 DRAM에 대한 수요를 바탕으로 삼성은 이전의 영업 손실을 모두 만회할 수 있는 막대한 이익을 올릴 수 있었다.¹⁶⁷⁾

초고집적반도체기술공동개발사업은 외견상 크게 성공한 사업이었다. PERT의 스케줄에 따라 재벌에 소속된 개발자들은 양식에 맞춘 보고서를 제출하였으며 평가를 받았고, 제 시간에 맞추어 4M DRAM이라는 “산출물(output)”을 만들어낼 수 있었다. 하지만 공동개발사업이 진행되는 과정에서 4M DRAM의 집적도를 구현하기 위한 핵심 디자인과 이를 둘러싼 의사결정 과정들은 PERT의 단계적인 다이어그램들에 의해 전혀 감지되지 않았다. 재벌의 개발자들은 PERT에 의해 지시된 단계별 기한과 각종 평가제도보다는 시장과 기업 내부의 경쟁적 상황 때문에 그들의

166) 과학기술부, 『과제발굴』, 30.

167) Richard E. Baldwin, "The Impact of the 1986 Us-Japan Semiconductor Agreement," *Japan and the World Economy* 6, no. 2 (1994): 137; Hiroyuki Chuma and Norikazu Hashimoto, "Moore's Law Increasing Complexity, and the Limits of Organization: The Modern Significance of Japanese Chipmakers' Commodity Dram Business," in *Dynamics of Knowledge, Corporate Systems and Innovation*, eds. Hiroyuki Itami, et al. (Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2010), 220-35.

개발 속도를 높여야만 했다. 국방과학연구소에서 무기개발 경험을 쌓았던 공동개발사업 관리자와 과학기술 관료들은 PERT를 통해서 개별 기술들이 개발되고 결합되어 하나의 결과물을 만들어내는 체계적인 장치를 상정했다. 그러나 중국에는 재벌들의 연구개발 능력에 의지하지 않고서는 구현될 수 없었던 그들의 계획 너머에서, 핵심 기술에 대한 연구는 정작 각 재벌들의 연구소에 의해서 자체적으로 행해졌다.

그렇다면 PERT가 이처럼 진도 관리라는 제 기능을 수행하지 못함에도 불구하고 특정연구개발사업을 통해 도입되어 이후 국가연구개발사업의 과제들에 여전히 사용될 수 있었던 이유에 대해서 설명을 제시할 필요가 있다. 과학기술처에 의해 PERT가 사용될 수 있었던 첫째 이유는 아마도 PERT 외에는 연구개발 과제를 관리할 수 있는 대안적인 도구가 존재하지 않았기 때문일 것이다. 냉전 시기 미국의 거대과학 프로젝트에서 PERT가 사용된 이후 PERT를 대체할 수 있는 진도 관리 테크닉은 제안된 적이 없었다. 물론 역시나 병기 개발의 진도 관리를 위해 사용됐던 Gantt 차트나 CPM과 같은 도구가 있었지만 이들 역시 이름만 다를 뿐 PERT와 크게 다르지 않았다. 즉 국가연구개발사업을 관장하는 정부 부처의 입장에서 PERT가 아무리 복잡한 기술적, 조직적 현실들을 제대로 반영하지 못한다 한들, 대안적인 진도 관리 테크닉의 부재 하에 PERT는 정당하게 도입되고 확산될 수 있었을 것이다.

둘째는 PERT가 실제로 발휘할 수 있었던 가시적인 효과를 들 수 있다. PERT는 실제 연구개발 활동이 수반하는 복잡하고 지저분한 절차들을 화살표와 다이어그램으로 단순화시킴으로써, 전체적인 계획 또는 작업 상황을 한 눈에 파악할 수 있게끔 한다. 이와 같은 특성은 PERT가 오히려 실제 프로젝트 작업의 진도 파악 및 관리보다는 프로젝트를 가시화 하는 데 보다 효과적일 수 있음을 암시한다. 특히 관료 사회에서 PERT는 국가 연구개발 프로젝트의 존재를 알리고 이에 대한 정치적 정당화를 얻어낼 수 있는 훌륭한 도구로 활용될 수 있을 것이다. 실제로 4M DRAM 컨소시엄의 계획을 대통령에게 보고하는 자료에서 PERT가

첫 번째 참고자료로 등장했다는 점은 PERT가 기술개발의 관리보다는 정치적 정당성의 확보 차원에서 중요하게 다루어질 수 있다는 점을 보여 준다.¹⁶⁸⁾

한국의 DRAM 산업이 큰 성공을 거두기 시작하면서 과학기술처는 반도체 중에서도 기억소자, 기억소자 중에서도 DRAM에 주목하기 시작했다. 1988년 연감은 반도체 부문 중에서 기억소자를 첫째 범주로 배치했고 이 중에서도 DRAM의 기술개발 현황을 가장 서두에 제시하기 시작했다.¹⁶⁹⁾ 특히 반도체 분야의 기술 발전 상황을 기록하고 이를 통해 미래의 상황을 예측하는 그래프의 구성은 1988년을 전후로 크게 변화했다. 그림 3에서 확인할 수 있듯이, 특정연구개발사업 초기인 1983년 반도체 분야의 기술 궤적은 RAM과 마이크로프로세서 두 가지 데이터를 기반으로 그려졌고, 1987년에는 실리콘 반도체 외에 GaAs 기반 RAM에 대한 정보를 포함하고 있었다. 하지만 삼성이 미국 및 일본 기업과 동일한 시점에 16M DRAM을 양산하기 시작한 1990년 연감에서는 기술 궤적 그래프 상에서 마이크로프로세서는 더 이상 등장하지 않았고 DRAM의 개발 상황만을 보다 구체적으로 담은 그래프가 제시되기 시작했다.¹⁷⁰⁾

이와 같은 과학기술처의 변화는 단순히 기술적 관심의 이동을 의미하는 것은 아니었다. 1980년대를 거치면서 정부가 반도체 개발을 위해 설립한 정부출연연구소인 한국전자기술연구소는 금성에 매각됐고, 이후 반도체에 관한 연구개발은 상당 부분 대기업 연구소에서 행해지게 됐다. 한국전자기술연구소가 거의 모든 종류의 반도체 소자의 개발을 목표로 삼았던 것과 달리 재벌 기업들은 DRAM에 집중하는 전략을 구사했고, 이는 DRAM 제품들의 개발과 양산 성공으로 이어졌다. 1980년대와는 다르게 1990년 과학기술처의 『과학기술연감』 속 “반도체”의 기술궤적은

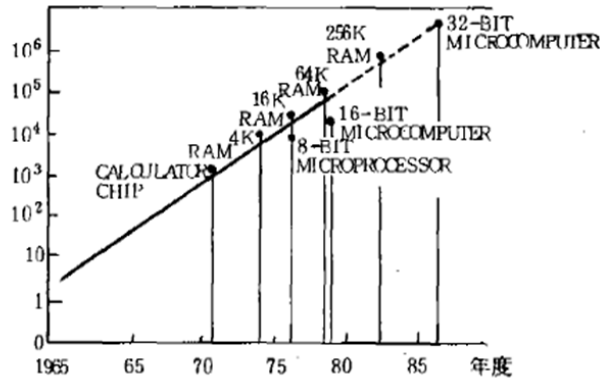
168) 과학기술처, “초고집적반도체기술공동개발(안)” (대통령기록관, 1986), 관리번호: 1A0061417454756, 13

169) 과학기술처, 『과학기술연감』 (1988), 212.

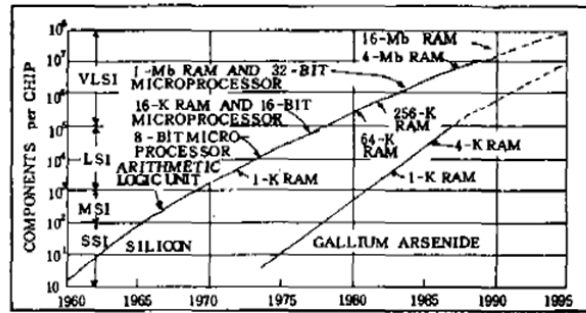
170) 과학기술처, 『과학기술연감』 (1983), 208; 과학기술처, 『과학기술연감』 (1987), 49; 과학기술처, 『과학기술연감』 (1990), 43.

이러한 변화를 종합적으로 반영하고 있다. DRAM을 제외한 반도체 소자들이 주된 관심의 영역에서 벗어났을 뿐 아니라, 그러한 기술 궤적을 가능하게 한 Intel, Texas Instrument, Fujitsu, Toshiba와 같이 미국과 일본의 기업들이 중요한 정보로 궤적에 등장하기 시작했다.

〔圖Ⅲ-2〕 半導體의 實用化 推移 및 展望



〈圖 2-61〉 반도체 집적화 추세와 전망



자료 : Philips, 1987

〈圖 2-3〉 DRAM의 開發趨勢

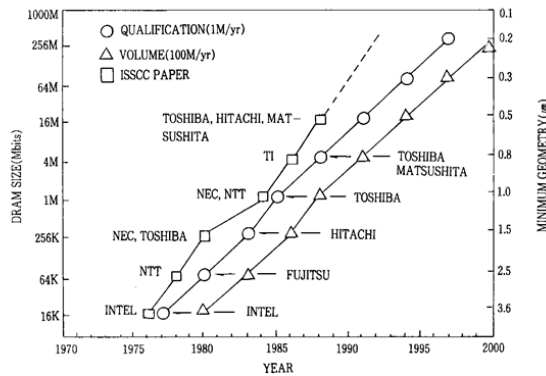


그림 2-5 과학기술연감 상의 기술 궤적의 변화. 초기에는 저장소자와 논리소자 모두의 기술 궤적을 표현하고 있으나 1990년에는 저장소자들 중에서도 DRAM 외에는 더 이상 기술 궤적에 등장하지 않는다. (출처: 1983년, 1987년, 1990년 『과학기술연감』)

2.4. 소결

초고집적반도체공동개발사업은 특정연구개발사업이 최우선 순위로 상정했던 반도체 분야에서 산·학·업 협동을 위한 컨소시엄의 형태로 출범했다는 점에서 특정연구개발사업의 전체적인 계획에 가장 부합하는 과제들 중 하나였다. 효율적인 과제 관리를 위해 1970년대 국방과학연구소의 유도탄 개발 과제에서 활용됐던 PERT가 도입됐고, 컨소시엄의 프로그램 매니저 역시 국방과학연구소에서 유도탄 개발 과제를 관리했던 김정덕이 맡았다. 컨소시엄은 투입된 연구비 및 연구인력이 여러 과제 관리 기법들을 거치면서 4M DRAM이라는 특정 상품을 산출해내는 하나의 거대한 시스템으로 여겨졌다.

이에 못지 않게 초고집적반도체공동개발사업은 특정연구개발사업의 일반적인 과제들과는 구별되는 몇 가지 특징들이 있었다. 먼저, 초고집적반도체공동개발사업은 반도체 분야 전반에 걸친 기술 개발이 아닌, 4M DRAM이라는 특정한 상품 개발이 목표로 설정된 과제였다는 점에서 기타 특정연구개발사업의 과제들과 차이가 있었다. 더욱이 특정연구개발사업이 과학기술처에 의해 계획 및 시행됐던 것과 달리, 초고집적반도체공동개발사업은 과학기술처, 상공부, 체신부가 범부처적으로 지원하는 형태로 진행됐다. 마지막으로 중소기업들의 참여 비율이 적지 않았던 특정연구개발사업의 일반 과제들과는 다르게, 초고집적반도체공동개발사업은 삼성, 현대, 금성과 같은 대기업 위주로 컨소시엄이 구성됐다는 점에서 중요한 차이점이 있었다.

이러한 초고집적반도체공동개발사업은 내부적으로 4M DRAM 개발이라는 공통된 목표를 달성하기 위한 수단으로서 다양한 과제 관리 방식, 연구개발 조직, 기술적 디자인 등이 경합을 벌이는 장이자, 이후 국가연구개발사업의 성격을 변화시키는 한 계기이기도 했다. ETRI는 4M DRAM 개발 과정을 관리하기 위해 1970년대 국방과학연구소에서 유도탄 개발의 일정 관리를 위해 사용됐던 PERT 기법을 적용했고, 컨소시

업에 참여한 기업들이 서로 기술적 정보를 교환하며 협업할 수 있도록 권장했으며, 당장의 기술적 어려움에도 불구하고 이후 기술적 장벽을 극복할 것으로 여겨졌던 트렌치 디자인을 4M DRAM의 기술적 목표로 삼았다. 반면, 삼성을 비롯한 기업 연구소의 공학자들은 주요 정보들이 누락된 보고서를 제출하고 자체적으로 연구개발팀을 운영함으로써 기술 관련 기밀을 지키고자 했고, 삼성과 금성은 이후 기술적 장벽의 극복 가능성은 불투명했으나 당장의 대량 생산에 보다 유리한 스택 디자인을 기술적 목표로 삼았다.

4M DRAM 개발의 성공은 이처럼 경합하던 기술혁신에 대한 이해들 중 하나가 기존 특정연구개발사업의 체제와 결합하여 이후 국가연구개발사업과 반도체 개발 과제의 성격이 변화하는 데 영향을 끼쳤다. 물론 1990년을 전후하여 국가연구개발사업의 성격이 변화하는 과정은 4M DRAM 개발 성공이라는 단일한 사건보다는 이를 둘러싼 여러 복합적인 요소들을 수반해야만 했다. 다음 2부에서는 1990년대 시행된 선도기술개발사업의 사례를 통해 재벌 기업의 상품개발이라는 목표가 어떤 과정을 거치며 국가연구개발사업의 목표로 설정될 수 있었고, 그 과정 속에서 과학기술처의 관료들, 재벌 기업의 공학자 및 경영자들, 기술혁신을 연구하는 사회과학자들이 어떤 역할을 수행했으며, 그 결과 국가연구개발사업의 성격이 어떻게 변화했는지를 살펴볼 것이다.

제 2 부 무기개발체제와 상품개발체제의 결합, 1991-2000

제 3 장 선도기술개발사업

선도기술개발사업은 1992년부터 2001년까지 10년에 걸쳐 추진된 국가 연구개발사업으로, 1980년대부터 시행되어오던 특정연구개발사업의 총 연구비 5조 원의 약 70%인 3조 6천억 원이 투입되어 사실상 특정연구개발사업을 잇는 사업으로 출범했다. 사업의 각 과제들은 총 10년에 걸쳐 1천억 원이 넘는 연구비가 투입되는 등 선도기술개발사업은 목표 지향성이 가장 뚜렷한 전략적 대형 연구개발사업이라는 평가를 받아왔다. 이러한 대형 연구개발사업을 시행하는 과정에서 특정연구개발사업을 주관해 왔던 과학기술처 외에도 상공부, 체신부, 환경부 등 다수 부처가 공동 참여했고, 정부 관료 외에 다양한 분야의 민간 전문가들이 참여하여 사업을 계획했다.¹⁷¹⁾

하지만 이처럼 선도기술개발사업이 갖는 주요 특징들, 즉 대형, 목표 지향성, 범부처, 민간 전문가의 참여와 같은 독특한 요소들이 조합되는 방식을 이해하기 위해서는 선도기술개발사업의 계획 과정을 보다 세밀히 들여다 볼 필요가 있다. 선도기술개발사업의 대형 규모와 목표 지향적인 성격은 민간 전문가들의 참여 확대와 어떤 관련이 있는가? 여기에서 민간은 무엇을 의미하는가? 목표 지향성이 실질적으로 지시하고 있는 목표의 내용은 무엇이며 누구에 의해 정의되는가? 3장은 선도기술개발사업을 현재 설명하고 있는 다양한 요소들이 각각 어떤 맥락 하에서 어디로부터 비롯되었으며, 다른 요소들과 어떻게 접목되어가면서 1990년대 국가연구개발사업의 성격을 형성해 나갔는지를 서술할 것이다.

171) 과학기술정보통신부, 과학기술정책연구원, 『과학기술 50년사, 2편』 (과천: 과학기술정보통신부; 세종: 과학기술정책연구원, 2018), 179-180.

3.1. 경제관료와 병기개발자

제6공화국이 출범하고 선도기술개발사업이 시행되기 이전까지 다수의 국가적 연구개발사업들이 계획됐다. 6공화국의 첫 과학기술처 장관으로 1988년 2월에서 취임한 이관 장관은 1986년에 발표된 “2000년대를 향한 과학기술발전 장기계획”을 그대로 이어나가하고자 했다. 그러나 과학기술처의 특정연구개발사업을 모형으로 삼아 1987년 상공부가 공업기반기술 개발사업을, 1988년 동력자원부가 대체에너지기술개발사업을, 체신부가 무궁화위성사업을 시행하면서 과학기술처의 연구개발사업이 기타 부처의 사업들과 중복되는 문제가 발생하게 됐다. 이에 대응하여 1988년 12월에 새롭게 취임한 이상희 과학기술처 장관은 특정연구개발사업을 대규모의 “국책연구개발사업”과 소규모의 “첨단요소기술개발사업”으로 구분하여 시행하기 시작했다. 이에 따라 과학기술처는 1989년 1월부터 다음 해인 1990년 3월까지 4천 명의 전문가들을 동원해 10대 분야, 60개의 국책연구개발 과제를 도출하는 작업에 돌입했다. 하지만 이상희 장관조차도 과제 선정을 마무리하지 못한 채 1990년 3월 정근모 장관이 부임하게 되었고, 정근모는 이상희 전 장관이 도출해 놓은 60개의 국책연구개발과제 중 42개를 최종적으로 확정하고 2001년까지의 추진 일정과 예산 계획을 발표했다.¹⁷²⁾ 이에 따라 1990년에 들어 비로소 아래와 같은 42개의 국책연구개발사업단이 구성되고 현판식이 거행되고 과제가 수행되기 시작했다.

분야별 국책연구과제명	주관연구기관 (연구책임자)	1990년 예산 (단위: 백만 원)
1. 정보산업기술분야		
1) 행정전산망용 주전산기 개발	전자통신(연)(천유식)	1,300

172) 과학기술연감 (1990), p. 231; 신한국 보고서, p. 96, 181-2.

분야별 국책연구과제명	주관연구기관 (연구책임자)	1990년 예산 (단위: 백만 원)
2) 지능형 컴퓨터 개발	전자통신(연)(박치항)	2,461
3) 16/64Mb DRAM 반도체 개발	전자통신(연)(이진효)	6,000
4) 초고속 초고집적 GaAs 화합물 반도체 개발	전자통신(연)(마동성)	1,036
5) S/W 자동생산 공정 개발	시스템공학센터(박병호)	645
소 계		11,442
2. 메카트로닉스기술 분야		
6) 컴퓨터를 이용한 통합생산 자동화기술 개발	KIST(강무진)	1,390
7) 선박설계 생산전산시스템 기술(CSDP) 개발	해사(연)(이규열)	1,421
8) 초정밀 가공기계기술 개발	기계(연)(이후상)	785
소 계		3,596
3. 신소재기술 분야		
9) 자동차 고기능화를 위한 신소재 개발	KIST(김정엽)	739
10) 산업전자기기용 첨단부품 소재 개발	KIST(정형진)	652
11) 생체의료용 재료 개발	KIST(김영하)	393
12) 정보산업용 핵심재료 개발	KIST(민석기)	831
13) 항공기용 부품 소재 개발	KIST(최 주)	1,060
소 계		3,675
4. 생명공학기술 분야		
14) 신물질 창출연구	유전공학센터(함경수)	1,448
15) 고생산성 농축산물 및 무공해 생물농약 개발	유전공학센터(김정일)	850
소 계		2,298
5. 정밀화학공정기술 분야		
16) 신물질 창출연구	화학(연)(김완주)	6,015
17) 기능성 화학물질의 개발	화학(연)(김종호)	538
18) 소재공정기술 개발	KIST(박건유)	331
19) 공업화 공정기술 개발	KIST(이윤용)	539
20) CFC 대체기술개발연구	KIST(이윤용)	600
소 계		8,023
6. 신에너지기술 분야		

분야별 국책연구과제명	주관연구기관 (연구책임자)	1990년 예산 (단위: 백만 원)
21) 연료전지 기술개발	동자(연)(최수현)	398
22) 가스터빈 개발	KIST(이춘식)	194
23) 저손실, 초고압재료 개발	전기(연)(윤문수)	429
24) 핵연료 주기기술 개발	원자력(원)(장인순)	1,442
25) 원자력 안정성 기술	원자력(원)(김동수)	935
26) 개량형 가압경수로 개발	원자력(원)(채성기)	538
27) 지역난방 원자로 개발	원자력(원)(곽은호)	400
소 계		4,336
7. 항공우주해양기술 분야		
28) 한국형 중급 항공기 연구개발사업	항공우주(연)(최동환)	1,295
29) 과학로켓 연구개발	항공우주(연)(유장수)	1,208
30) 과학위성 개발	KAIST(최순달)	500
31) 태평양 심해저 광물자원 개발	해양(연)(강정국)	884
32) 국가종합해양관측망 구축기술	해양(연)(이동녕)	146
33) 남극반도 주변환경 및 자원 조사연구	해양(연)(박병권)	825
소 계		4,858
8. 21세기 교통기술 분야		
34) 자기부상열차 개발	기계(연)(김인근)	1,300
35) 교통신호 시스템기술	시스템공학센터(신동필)	100
소 계		1,400
9. 환경, 주택기술 분야		
36) 수질오염 종합관리 신기술개발	KIST(윤창구)	375
37) 대기오염 종합관리 신기술개발	KIST(박원훈)	422
38) 신주택 기술	KIST(정형진)	1,261
소 계		2,058
10. 원천요소기술 분야		
39) 극한기술 개발	표준(연)(이충희)	882
40) 레이저기술 개발	KIST(최상삼)	1,183
41) 고온 초전도체 기술 개발	표준(연)(박종철)	1,266
42) 초정밀 측정기술 개발	표준(연)(정낙삼)	1,131
소 계		4,462

분야별 국책연구과제명	주관연구기관 (연구책임자)	1990년 예산 (단위: 백만 원)
계 (42개 과제)		46,148

표 3-1 국책연구과제 목록 (출처: 과학기술처, 과학기술연감 (1990), 234-246)

어렸을 적부터 수재로 유명세를 떨쳤던 정근모는 제5공화국 시절 국내 원자력발전 정책과 관련하여 국방과학연구소 출신 인사들과 경쟁 관계에 놓여 있던 인물이었다. 정근모는 서울대 물리학과를 졸업하고 미시건 대학에서 박사학위를 받은 뒤 뉴욕대 핵공학과 교수로 지내면서 미국과학재단 수석심의회 활동을 하던 중 한국전력의 한국전력기술주식회사 사장직 제의를 받고 1982년 귀국했다.¹⁷³⁾ 정근모는 한국전력의 지원 하에 원자력발전소를 국내에서 자체적으로 설계하는 계획을 마련했는데, 이 계획은 당시 한국전력의 경쟁 관계에 있었던 원자력연구소에서 국방과학연구소 출신인 한필순 소장을 중심으로 원자로 설계에 관한 과제를 이미 진행하는 바람에 좌절되고 말았다. 1987년 이후 아주대 석좌교수로 지내다가 1989년 원자력위원회 위원과 한국과학재단 이사장으로 복귀한 뒤 1990년 과학기술처 장관이 된 정근모는 1980년대 이후 국방과학연구소 출신의 대표적인 인물으로 원자력계를 장악했던 김성진과 한필순을 원자력위원회에서 제외시켰다.¹⁷⁴⁾

과학기술처 장관 취임 이후 정근모는 청와대 경제수석으로 새로 임명된 김종인과 마찰을 일으켰다. 노태우 대통령과 김종인은 정근모의 전임 과학기술처 장관이었던 이상희에게 과학재단 이사장직을 맡김으로써 예우할 계획이었으나 정근모는 장관 취임과 동시에 과학재단 이사장을 겸임했다. 이에 대해 김종인은 정근모에게 과학재단 이사장직을 이상희 전

173) 정근모는 미시건 대학에서 박사학위를 받은 뒤, 플로리다대 조교수와 뉴욕대 공대 핵공학과 부교수직을 거친 뒤 1971년부터 1975년까지 한국과학원 교수와 부원장을 지냈다. 1975년부터 그는 다시 뉴욕대 핵공학과 교수로 1983년까지 재직하다가 한전의 제의를 받고 귀국했다. 과학기자 모임 편집, 『신한국 과학기술』, 190.

174) 같은 책, 190-191.

장관에게 양보하라는 압력을 가했으나 노태우 대통령과 김종인이 러시아를 방문한 사이 한국표준과학연구소장이었던 강홍렬 박사를 과학재단에 임명해버렸다.¹⁷⁵⁾ 이후에도 정근모와 김종인은 한국, 러시아 간 과학기술 협력을 놓고 주도권 경쟁을 벌였고 그 외 여러 사안들에서 충돌을 빚었다. 그런 와중에 1990년 11월 안면도 핵폐기물처리장 건설 발표로 인한 주민들의 강력한 반발이 있었던 사건을 명분으로 삼아 김종인은 정근모에게 사임 압력을 가했고 결국 정근모는 장관 재임 8개월을 채우지 못하고 물러났다. 하지만 안면도 핵폐기장 건설은 정근모가 장관으로 취임하기 이전에 한필순이 원자력연구소장으로 재직하며 계획한 것으로 그는 심대평 당시 충남지사와 함께 부지를 안면도로 선정하였지만, 정근모가 책임을 지고 장관을 퇴임한 이후에도 당분간 활동을 지속할 수 있었다.¹⁷⁶⁾

정근모가 사임한 후 김종인은 후임으로 과거 조세제도 심의위원 등을 통해 친분이 있었던 김진현을 천거했다.¹⁷⁷⁾ 김진현 장관의 취임은 그가 자연대나 공대 출신이 아니고 언론인의 경력을 지닌 인물이라는 점에서 과학기술인들로부터 이례적인 일이라는 평가를 받았다.¹⁷⁸⁾ 김진현은 비록 과학기술계 인물은 아니었지만, 그 대신 그의 언론 경력을 통해 청와대의 핵심 인물들과 긴밀한 관계를 맺고 있었다. 김진현은 김종인과 조

175) 정근모는 이상희와 검정고시 동기이기도 했다. 이상희가 신문 배달을 하며 학비를 벌었던 고등학교 시절 폐결핵에 걸려 3년간 휴학 및 투병 후 검정고시에서 수석으로 서울대 약대에 입학했는데, 같은 해 검정고시에서 경기고 1학년이었던 정근모가 서울대 물리학과에 입학했다. 이후에도 이상희는 장관 재직 기간 동안 정근모를 국제원자력기구 총회 의장과 과학재단 이사장으로 발탁하는 등 적지 않은 도움을 준 것으로 보인다. 같은 책, 189-192.

176) 같은 책, 153-154.

177) 같은 책, 175. 많은 과학기술계 관계자들은 김종인이 한국과학기술원에 대해 매우 부정적인 입장을 지니고 있던 것으로 이해한다. 김종인 수석의 여동생인 김종현 교수가 한국과학기술원에 임용되는 과정에서 교수들은 1년 간 임용을 반대했다. 결국 김종현 교수는 어렵게 임용이 됐는데, 첫 출근 후 1주일 만에 캠퍼스 계단에서 넘어지면서 의식불명 상태에 빠지고 말았다. 과학기술계에서는 일련의 일들을 계기로 김종인이 정부출연연구소에 부정적인 입장을 갖게 되었다는 설이 돌았다. 같은 책, 177-178.

178) 같은 책, 192-193.

세제도 심의위원으로 같이 활동한 적이 있었고, 특히 김종인은 김진현이 오랜 기간 동안 재직했던 동아일보사 전 사장의 손자이기도 했다. 마찬가지로 당시 손주환 청와대 정무수석은 정치부 기자로서 김진현 장관과 같이 관훈클럽에서 활동한 언론계 후배였다.¹⁷⁹⁾

김진현은 서울대 사회학과를 졸업하고 연합신문 경제부를 거쳐 동아일보에서 20년간 재직해오다가 1980년 정권교체와 함께 자리를 잃고 1984년에는 영국 워릭 대에서 기술변화와 경제학에 관한 연구를 수행한 바 있다.¹⁸⁰⁾ 그는 1985년 언론에 복귀한 이후부터 한국의 과학기술, 경제, 정치 등 다양한 분야에 걸쳐 비판적인 글들을 발표해왔다. 특히 엑셀의 미국 수출을 축하하기 위해 1986년에 동아일보에 게재한 “한국의 힘, 민

179) 관훈클럽, 『관훈클럽40년사: 관훈클럽신영연구기금20년사: 1957-1997』 (서울: 관훈클럽, 1997); 한국정책학회, 『선도기술개발사업(G7) 사례』 (중앙공무원교육원, 2006), 42. 김진현 장관과 청와대 수석들과의 긴밀한 관계는 종합과학기술심의회의 개최 빈도와 참석자 정보를 통해서도 드러난다. 1973년에 제1회 종합과학기술심의회의가 개최된 이후 1990년에 이르기까지 17년간 5회(1973년 7월, 1979년 4월, 1981년 5월, 1983년 6월, 1990년 10월), 약 3.5년에 한 번의 비율로 개최됐다면, 김진현 장관 재임 기간인 2년 3개월 동안에는 3회(1991년 4월, 1991년 8월, 1992년 5월) 개최됐다. 과학기술처, 『과학기술연감』, (과천: 과학기술처, 1991); 과학기술처, 『과학기술연감』, (과천: 과학기술처, 1992). 그 뿐만 아니라 과학기술처 장관이 간사를 맡고 관련 부처 장관들이 참석하는 종합과학기술심의회의는 국무총리를 위원장으로 함에도 불구하고, 김진현 장관 재임 시절 모든 종합과학기술심의회의에 대통령이 참석했다. 이 외에도 김진현 장관은 국제대학 후배인 당시 경제기획원 공정거래위원회 박진호 상임위원을 과학기술처 기획관리실 실장으로 천거했는데, 그는 1992년 6월 과학기술처 차관으로 부임했다.

180) 그는 1980년을 다음과 같이 회고했다. “1980년은 이 나라도 하나의 후퇴와 역행의 기록을 남겼지만 그 폭풍에 밀려 나도 큰 불행을 겪었다. 천직으로만 여겼던 23년간의 언론계에서 쫓겨나고 붓이 꺾였다. 나의 존재가 언론 밖에 있을 것을 상상해본 적이 없고 초등학교 시절부터 내 일생에서 신문기자 이외의 길을 생각해 본 적이 없고 그런 신문인으로서의 운명에 대한 확신으로 해서 몇 차례의 외부 유혹을 서슴없이 뿌리치고 지켜오던 자리가 권력의 종이쪽지 하나로 추방당했다. 쫓겨 나는 데 그치지 않고 물리적 공포와 사법기관을 드나들며 강렬한 태양 아래 거리를 방황하던 발가벗겨진 나의 80년 여름을 회상하면 지금도 마음이 어둡다. 그 때 받았던 고통, 모멸, 고독, 공포 그리고 이를 극복하고자 고향과 영축산과 절들과 이름 모를 호수들을 돌아다니며 심호흡을 새로 시작한 인내, 성실, 관용, 용기, 겸손, 사랑에로의 길은 아직도 멀다. 지금 나는 시간이 갈수록 이 인고의 세월을 참으로 감사하고 있다.” 김진현, 『한국은 어디로 가고 있는가』 (서울: 동아일보사, 1988), 3.

의 힘”이라는 칼럼은 과학기술, 정부, 그리고 “민”에 대한 그의 관념을 드러내준다. 그에게 있어서 엑셀의 미국 수출 성공은 국제 시장에서의 비교우위론을 타파할 수 있는 좋은 예시였다. 미국과 일본의 경제 전문가들이나 국내 관료들이 한국의 수준에 적합한 산업은 자동차나 농업보다는 그 중간에 해당하는 일제 부품의 조립에 있을 것이라 생각했던 것과 달리 엑셀이 “한국차, 조국의 차”로서 미국에 성공적으로 상륙하게 됐다는 것이다. 이는 곧 단순히 비교우위론의 폐기가 아닌 정부에 대한 비판과 민간기업에 대한 칭송으로 이어졌다. “어설픈 탁상의 비교우위론의 확산 위에 자동차 공업을 그리도 억제하던 정부의 어른들”이 쳐놓은 “장벽을 넘어 대미 수출에 이른 한국민간업자”는 “백성의 진정한 힘”을 대변하는 것이었다. 그에 따르면 “‘일본주식회사’같이 정부가 민간기업을 도와 대외 경쟁력을 키워주는 커녕 그간 정부의 억제를 받아가며 자동차 공업을 키운 민간의 힘, 이것이 대견한 것이고 여기서 한국경제 발전의 원동력을 발견하는 것”이었다.¹⁸¹⁾

김진현 장관은 과학기술처 차관으로 서정욱을 천거했다. 서정욱은 서울대 전기공학과를 졸업하고 미국 텍사스 A&M 대학교에서 전기공학으로 박사학위를 받은 뒤, 국방과학연구소에 입소하여 1983년까지 국방과학연구소에 몸담았다. 그는 국방과학연구소에서 무전기를 개발하면서 KIST와 불편한 관계에 놓여있었다. 당시 KIST가 국방부로부터 연구비를 받아 무선전화기를 개발하는 과제를 진행하는 바람에 국방과학연구소는 관련 과제를 수행하지 못하는 상황이었는에도 불구하고, 서정욱은 자체적으로 예산을 마련하여 무전기를 개발한 후 오원철의 중재로 박정희 대통령과 시험 통화를 하기도 했다. 이후 그는 미 국방성으로부터 품질보증제도를 국방과학연구소의 무기개발체제에 도입했고, 1983년에는 한국통신 기술담당 부사장으로 자리를 옮긴 후에는 품질보증제도를 전자교환기개발 사업에 적용시켜 해당 사업을 성공적으로 수행했다.¹⁸²⁾

181) 김진현, “한국의 힘, 민의 힘”, 동아일보 (1986년 2월 19일).

182) 오원철. 『한국형 경제건설 5』 108-110; 서정욱, 『미래를 열어온 사람들』,

과학기술처의 장, 차관이 교체된 후 1991년 3월 14일 청와대에서 개최된 “제조업 경쟁력 강화 대책회의”는 정부출연연구소에 대한 전면적인 개편이 있을 것임을 예고했다. 이 자리에는 노태우 대통령을 비롯하여 최각규 부총리 겸 경제기획원 장관, 재무부, 교육부, 상공부, 건설부, 노동부 및 과학기술처 장관, 그리고 KIST, 표준연구소, 전자통신연구소, 기계연구소, 화학연구소 소장이 참석했다. 당시 국내 제조업의 경쟁력이 약화된 원인에 대해 사회간접자본의 부족, 고임금, 공장 부지 부족, 근로의욕 저하, 세제 혜택의 부족 등이 제시됐다. 하지만 회의가 진행됨에 따라 이러한 총체적 문제의 시작이 과학기술계의 역량 부족으로부터 비롯되었다는 의견으로 좁혀졌고, 급기야 회의가 거의 끝나갈 무렵 노태우 대통령은 정부출연연구소의 운영 실태에 대한 문제점을 제기했다. 노태우 대통령은 “연구방향과 기관운영면에서 숏한 문제점을 안고 있는 현재의 관리체제로는 당면한 산업의 경쟁력 향상은 물론 2천년대 과학기술 선진국 진입이 어려울 것”이라며 “정부출연연구기관 전체를 정밀하게 진단하고 평가할 것”을 지시했다.¹⁸³⁾

곧바로 과학기술처에 정부출연연구소 평가 업무가 하달됐고, 김진현은 해당 작업과 관련하여 차관인 서정욱에게 사실상 전권을 맡겼다. 1991년 4월, 정부출연연구소 합동평가단이 발족됐고, 서정욱은 평가단장에 임명됐다. 그는 1980년에 이루어진 정부출연연구소 통폐합 이후 10년 만에 이루어지게 된 평가 기회를 “정기 검진”에 비유하면서 “연구소가 고민다운 고민을 할 수 있고 연구소장들이 연구관리자로서의 자질 여부를 스스로 판단하는 기회가 될 것”이라 밝혔다. 이어서 정부 9개 부처 실무국장 10명, 기업 연구소 및 교수 등 17명으로 구성된 평가단은 5월부터 총 22개의 정부출연연구소들에 대한 평가작업에 착수했다.¹⁸⁴⁾

78-83, 90-107. 서정욱의 무전기 개발을 통해 품질보증제도가 국방과학연구소에 도입되는 과정은 1장을 참조.

183) 많은 이들이 대통령의 갑작스런 지시 뒤에 김종인 청와대 경제수석의 의도가 자리 잡고 있었다는 점에 동의하고 있다. 과학기자 모임 편집. 『신한국 과학기술』, 224-225; 과학기술부, 『70-90년대 과학기술정책』, 105.

184) 과학기자 모임 편집. 『신한국 과학기술』, 98-99.

두 달 간의 조사를 거쳐 7월 12일, 합동조사단은 “출연연 운영개선방안 공청회”를 통해 결과를 발표했는데 이들의 결론은 예상과 사뭇 달랐다. 평가단은 정부출연연구소의 역할을 공공기술개발, 산업기술개발, 지원사업, 교육으로 규정하면서, 지금까지 정부출연연구소들은 이러한 역할들을 충분하게 수행하지 못했다고 지적했다. 이들은 정부출연연구소들의 보다 구체적인 문제점으로 연구소의 과제들이 정해지는 과정에서 기술 수요에 대한 조사가 부족하고, 나열식으로 기술을 개발한다는 점 등을 거론했다. 이들의 진단에 따르면 이러한 비효율성의 원인은 정부의 직접적 통제, 예산 지원 제도의 부적절성, 운영 평가 제도의 부재에 있었다. 조사단은 이러한 원인 분석에 기반하여 개선 방안을 제시했다. 정부출연연구소가 보다 효율적으로 운영되기 위해서 정부는 연구소에 대한 직접적인 통제를 간접적인 관리로 전환하고 각종 예산들을 보다 신축적으로 집행할 수 있도록 회계, 예산 부문 등의 각종 지침을 폐지하여 연구소의 자율성을 높여주어야 한다는 것이다. 즉 합동평가단은 정부출연연구소의 애매한 역할과 비효율성이라는 문제점들의 근본 원인이 정부출연연구소 자체보다는 이들을 관리하는 정부의 정책에 있으며, 이를 해결하기 위해서는 연구소의 자율성을 보장하는 방향으로 나아가야 한다는 것이다.¹⁸⁵⁾

합동조사단의 공청회 결과가 정부출연연구소보다는 오히려 반대로 정부의 정책에 문제의 원인이 있다는 점을 가리키자, 서정욱은 5일 후 한 언론에 “공청회장의 사람들”이란 제목의 칼럼을 통해 자신의 불편한 심정을 드러냈다.

각자의 입장만 내세우거나 개인의 불만을 집단압력화하려는 의도도 엿보인다. 최근엔 민주화증후군(?)이 만연하여 정부 성토로 스트레스를 푸는 사람이 있는가 하면 젓먹이를 집에 두고 온 어머니처럼 몸은 공청회장에 마음은 연구실에 두고 온 사람도 있다. 한편에는 공청회를 정부의 각본대로 물고 가는 요식행위라고 불신하는 사람이 있고 과학기술은 투자만 들

185) 과학기자 모임 편집, 『신한국 과학기술』, 99.

뵙 하면 저절로 발전한다고 믿는 사람도 제법 있다.¹⁸⁶⁾

다음 달인 8월에 발표된 합동평가단의 최종 결과물 “과학기술계 정부출연연구기관의 기능재정립 및 운영효율화방안”은 공청회의 내용과는 정 반대였을 뿐만 아니라 매우 과격한 개선 방안을 담고 있었다. 보고서는 먼저 “합동평가의 주안점”을 “우리나라가 2001년 과학기술 G7에 순조롭게 진입할 수 진입”하기 위해 연구소들의 기능을 재정립하고 “무사안일의 분위기를 쇄신”하는 데 있음을 밝히면서 연구소가 갖고 있는 몇 가지 문제점들을 나열했다. 이에 따르면 당초 종합연구소로 설립된 KIST와 분화된 연구소들과의 기능이 중복됨으로써 자원을 낭비하고 있고, 출연연 기관장들은 연구소 운영을 개선해야 한다는 사명감이 부족하며, 연구원들은 “잘한 사람과 못한 사람에 대한 차별이 없”는 제도 하에서 “매너리즘”에 빠져있었다.¹⁸⁷⁾

이에 대한 개선 방안은 정부출연연구소와 민간 연구소 간, 그리고 정부출연연구소들 간의 역할 재정립의 차원에서 제시됐다. 보고서는 정부출연연구소의 과제들 중 민간과 중복·경쟁 관계에 있는 부문은 민간이 전담 수행하고, 정부출연연구소가 개발한 성과들은 민간에 무상 양여할 것을 요청했다. 더욱 큰 논란은 정부출연연구소들 간의 역할을 재정립하는 방안을 둘러싸고 일어났는데, 그 이유는 보고서의 개선안이 사실상 본연의 KIST를 해체시키는 내용을 담고 있었기 때문이다. KIST와 분화된 전문연구소와의 기능 중복 문제를 해결하기 위한 방법으로 보고서는 KIST에 각 전문 분야에서의 정부출연연구소보다 “한 차원 높은 종합·복합연구”라는 모호한 역할을 부여하고, 나머지 분야별 정부출연연구소들에게 공공기술 또는 산업기술 분야의 구체적인 연구과제를 수행하는 역할을 부여했다. KIST가 기존에 수행해오던 분야별 연구기능을 모두 전

186) 서정욱, “공청회장의 사람들”, 매일경제 (1991. 7. 17).

187) 과학기술처 연구개발조정실 연구기획과, “평가보고서<총리실>” (국가기록원, 1991), 관리번호: DA0058867), 166-189.

문분야 연구소들에 이관하고 KIST는 과학기술정책연구소를 흡수 통합 시킴으로써 분야별 연구소들을 종합적으로 조정하는 지원하는 역할만을 수행하게 했다.¹⁸⁸⁾

이와 같은 평가단의 보고서가 제출된 이후 연구원들의 강한 반발에도 불구하고 중복 연구를 지양한다는 미명 하에 몇몇 기관에 대해 조정이 이루어졌다.¹⁸⁹⁾ KIST는 연구기능은 유지할 수 있었으나 보고서의 제안대로 과학기술정책연구소는 KIST에 다시 흡수됐고, 기초과학지원센터와 천문우주과학연구소는 규모 미달을 이유로 표준연구소로 통합됐다. 화학연구소의 안정성 스크리닝센터, KIST의 도핑컨트롤센터, 유전공학연구소의 유전자은행 검정기능은 통폐합됐고, 1980년에 통합되었던 동력자원연구소는 자원연구소와 에너지연구소로 분리됐다. 평가단의 보고서는 과학기술처의 연구소들에 대한 관리 능력 부족을 지적하는 것이기도 했기에, 연구소들의 부처 소속 역시 변화를 겪었다. 과학기술처의 관할 하에 있었던 전자통신연구소가 상공부 소속으로 변경됐고, 역시 과학기술처 관할이었던 인삼연초연구소는 재무부 산하로 변경됐다.¹⁹⁰⁾

연구소의 조직 개편은 1980년대를 거치면서도 명맥을 이어왔던 일부 KIST 출신 인사들의 퇴진으로 이어졌다. 대표적으로 시스템공학연구소장을 맡고 있었던 성기수는 서울대 조선항공과를 졸업하고 하버드대에서 박사학위를 받은 뒤 1970년대 KIST의 전자계산실장 자리에 있으면서 박정희 대통령의 두터운 신임을 받았던 인물이었다. 하지만 1981년부터 시스템공학센터 소장을 맡아 온 그는 과학기술처의 정출연 평가 작업을 계기로 사임 압력을 받다가 연구위원으로 물러났다. 이러한 물갈이의 경

188) 과학기술처 연구개발조정실 연구기획과, “평가보고서<총리실>”, 166-189; 동아일보, “KIST 「연구기능 폐지」 논란” (1991.8.5).

189) KIST의 기능에 대한 개편안은 KIST 관계자뿐만 아니라 과학기술계 전반으로부터 큰 반발을 일으켰다. 이들은 “KIST의 장점과 연구역량의 발휘를 봉쇄하고 부차적인 능력만을 이용하겠다는 뜻”이라고 보았고, 당시 이기준 서울대 공대 학장 역시 “KIST가 81년 통폐합의 우여곡절 속에서 쇠퇴해진 뒤 원상태로 복귀하지 못하고 해체된다면 매우 아쉬운 일”이라고 말했다. 동아일보 “KIST 「연구기능 폐지」 논란”.

190) 과학기자 모임 편집, 『신한국 과학기술』, 100-101.

향성은 육군사관학교 또는 국방과학연구소 출신 연구소장들의 경우 상당수 연임됐다는 점에서 더욱 여실히 드러났다. 예를 들어 육군사관학교 12기 박승덕 표준과학연구원장, 16기 박병권 해양연구소장, 17기 안우희 전기연구소장을 포함하여 국방과학연구소의 “3총사”로 불렸던 인물 중 한 명인 홍재학 항공우주연구소장은 모두 연임됐다.¹⁹¹⁾

1990년대 초의 이러한 변화는 1980년 정부가 처음으로 국가적 연구개발사업을 시행하기에 앞서 과학기술과 관련된 인사 및 조직들이 큰 변화를 겪었던 과정의 연장선 상에 있었다. 제5공화국 출범 이후 국방과학연구소 또는 군 출신 인사들이 청와대, 과학기술처에 배치되어 연구소의 통폐합을 진행한 뒤 특정연구개발사업을 개시했던 것처럼, 노태우 정부는 선도기술개발사업의 시행에 앞서 전국의 연구소들을 통폐합하고자 했다. 제6공화국에서의 개편 작업은 국방과학연구소 출신 일색이었던 제5공화국의 상황과 유사점과 차이점을 동시에 지니고 있었다. 1991년의 개편 작업은 서정욱을 비롯하여 국방과학연구소 및 군 출신 인사들의 영향력이 여전히 강하게 작용했다는 점에서 1980년대의 개편과 유사했다. 하지만 1991년의 개편 작업은 과학기술처라는 특정 부처의 범위에 국한되지 않고 김종인 청와대 경제수석과 같은 경제관료의 영향 역시 크게 작용했다는 점에서 차이가 있었다. 결국 1991년 정부출연연구소들에 대한 평가 작업은 1980년의 통폐합과는 정반대로 몇몇 정부출연연구소들이 과학기술처 외의 부처들로 이관되는 결과로 이어졌다.

191) 같은 글, 166-8. 국방과학연구소의 “3총사”로 불리던 인물은 1970년대 번개프로젝트의 성공에 크게 기여한 이경서, 홍재학, 구상희 박사이다. 신동아, “ADD 무기개발 3총사의 핵·미사일 개발 비화” (2006.12.13.). 이 당시에 퇴진하게 된 김훈철 당시 한국기계연구소장의 사례는 KIST와 국방과학연구소의 인맥 간의 보다 복잡한 관계를 암시한다. 1976년부터 국방과학연구소에서 부소장직을 맡고 있었던 김훈철은 신군부의 집권 직후 한국기계연구소 대덕선박연구소장으로 취임한 뒤 1988년부터는 한국기계연구소장직을 역임했으나, 1991년 정부출연연구소 평가를 계기로 퇴진하기에 이른다.

3.2. 선도기술개발사업의 수립

제조업 경쟁력 강화 대책회의에서 경제관료들에 의해 기존 과학기술처의 전반적인 연구개발 정책이 집중질타를 받게 된 이후, 과학기술처는 특정연구개발사업의 후속으로 과학기술 선진 7개국 진입이라는 목표를 내건 새로운 국가연구개발사업을 계획하기 시작했다. 김진현은 대통령의 담화를 빌려 선도기술개발사업의 전체적인 방향성을 제시함으로써 사업의 정당성을 확보하는 전략을 추진했다. 4월 30일 김진현에 의해서 한국 과학기자클럽 간담회에 초청된 노태우는 연설을 통해 앞으로 한국이 과학기술 선진 7개국에 진입하기 위해 기업, 정부출연연구소, 대학이 어떤 역할을 수행해야 하는지를 발표했다. 그는 선진국들 역시 모든 분야에서 세계 최고 수준에 닿아있는 것이 아니라, 몇몇 주요 분야에서만 세계 최고기술을 확보하고 있다고 지적하면서, 한국은 기억소자 분야에서는 선진국과 경쟁할 수 있는 수준에 도달했다고 평가했다. 노태우는 이어서 이와 같은 경쟁력을 갖추고 유지하기 위해 기업, 연구소, 대학이 각자의 역할을 효율적으로 분담할 필요가 있음을 강조하면서 이들에게 역할을 부여했다. 노태우의 연설문에 따르면 “기업은 그들이 필요로 하는 기술이 무엇인지, 또 그것을 어떻게 개발해야 하는지를 가장 잘 알고” 있으며, 대학과 연구소는 기초과학의 산실로서 그 역할을 국한하지 말고, “새로운 원리가 발견되면 불과 2-3년 내에 제품화되는 오늘의 세계에서 기술혁신의 원천으로 그 역할을 확대해 주어야” 했다. 연설문은 새로운 연구개발 능력을 확보하는 것도 중요하지만, 우리가 이미 갖추고 있는 기술이 빠르게 제품화될 수 있도록 하는 것이 더욱 중요하다며, “대학과 연구소는 나라가 필요로 하는 기술개발에 더욱 적극적으로 참여”해야 한다고 강조했다.¹⁹²⁾

선도기술개발사업이 계획되는 과정에서 발표된 대통령의 연설문은 사

192) 건설교통부 기술안전국 기술정책과, “종합과학심의관계철1”, 178-215.

업을 정치적으로 정당화하는 담론으로서뿐만 아니라, 그러한 담론이 특정한 혁신 모형을 전제로 선도기술개발사업의 성격을 예고하고 있다는 점에서 더욱 중요한 의미를 지닌다. 미국 혁신정책의 거시적인 변화 과정을 탐구한 정책학자들에 따르면, 선형적 관점을 기반으로 정책의 주요 관심 영역이 기초과학 연구 활동에 국한되어 있었던 1세대 혁신정책과 달리, 2세대 혁신정책은 시스템적 관점에서 독자적인 발견이나 발명보다는 국내 연구 기관들 간의 상호작용성에 주목하여 국내 연구개발 활동이 산업계로 보다 효율적으로 확산되는 것을 지향한다는 특징이 있다. 한국은 미국과 달리 1세대 정책을 시행했던 경험이 없었음에도 불구하고, 대통령의 연설문은 1세대에서 2세대로의 전환을 요청하는 형태로 당시 계획 중인 선도기술개발사업의 개략적인 방향성을 제시하고 있었다. 대학과 연구소들은 더이상 기초과학의 산실이라는 역할에 머무르지 말고, 제품화로 이어질 수 있는 “기술혁신의 원천”으로서 “나라가 필요로 하는 기술개발에 더욱 적극적으로 참여”할 필요가 있었고, 나라가 필요한 기술이 무엇인지, 그리고 그러한 기술을 어떻게 개발해야 하는지는 어느 정도 이상의 경쟁력을 갖춘 기업이 가장 잘 알고 있었다. 이는 산발적으로 국내 여러 기업들의 기술적 수요에 맞추어 과제가 진행되어오던 기존과 달리, 세계 시장에서 경쟁 가능한 기업을 중심으로 한 산학연 네트워크의 개편을 염두에 두고 있다는 점에서 특정연구개발사업과 차이가 있었다.

선도기술개발사업이 구체적인 모양새를 갖추어가는 과정에서 주도적인 역할을 수행한 조직은 과학기술처 연구개발조정실이었다. 과학기술처가 1986년에 “2000년대를 향한 과학기술발전장기계획, 1987년~2001년”(이하 2000년대 장기계획)을 발표한 이후, 보다 자원 집중적이고 장기적인 국가연구개발사업을 수립할 필요가 있다는 공감대가 내부적으로 형성되어 있었다.¹⁹³⁾ 2000년대 장기계획은 첨단기술 분야 중에서도 “우리에게 가장 적합한 특화부문을 지혜롭게 선정하여 중점 개발”해야할 필요성을 강

193) 박영일 인터뷰 (2019.6.3.).

조한 바 있다. 이어서 보고서는 이미 상당한 수준의 대외 경쟁력을 갖춘 국내 분야 중에서 세계 시장에서 선전할 수 있는 “유망한 제품”의 개발을 목표로 설정하고 “이에 가용자원을 집중 투입”할 것임을 선언했다.¹⁹⁴⁾

1991년 연구개발조정실에 신설된 연구기획과의 박영일 과장은 기술기획 분야의 전문가였다. 박영일은 서울대 경영학과를 졸업한 뒤 KAIST 경영학과 이진주 교수로부터 기술기획 및 관리 분야에서 지도를 받으면서 대형연구개발사업의 계획 및 관리에 관한 연구를 수행했다. 박영일이 참고한 정책학계에서의 논의들은 주로 대형연구개발사업을 계획하는 과정에서 새롭게 고려해야 할 측면들에 관한 것이었다.¹⁹⁵⁾ 이들 논의들은 1960-70년대를 거치며 미국의 대규모 연구개발사업들의 목적이 국가 안보 관련 기술의 개발에서 상업화로 전환되었다는 점을 지적하면서, 새로운 환경 속에서 대규모 국가연구개발사업을 어떻게 계획해야 할지를 제안했다. 이들은 다양한 대형연구개발사업에 대한 사례 연구들을 통해 이전까지 고려되지 않았던, 사회적 편익 계산, 관료 사회 및 정치적 지원, 기업의 전략 환경이라는 새롭게 요구되는 요소들을 어떻게 조화시켜야 하는지에 대해 여러 대안들을 축적하고 있었다.¹⁹⁶⁾

보다 구체적으로 당시 연구기획과에서 참고한 정책적 사례는 일본의 “선샤인 프로젝트(Sunshine Project)”였다.¹⁹⁷⁾ 선샤인 프로젝트는 일본 통산성이 1974년 1차 석유파동 직후 태양 에너지 기술 개발이라는 목표를 내걸고 1992년까지 약 20년의 기간에 걸쳐 시행된 장기 계획으로, 2

194) 과학기술처, “2000년대를 향한 과학기술발전장기계획, 1987년~2001년” (과학기술처, 1986), 20.

195) 박영일 인터뷰 (2019.6.3.).

196) Henry W. Lane, et al., *Managing Large Research and Development Programs* (SUNY Press, 1981); Mel Horwitch, “Managing Large-scale Programs: The Managerial Dilemma”, *Technology in Society* 6(2) (1984), 161-171; Michael Hobday, “Evaluating Collaborative R&D Programmes in Information Technology: The Case of the UK Alvey Programme,” *Technovation* 8(4) (1988), 271-298.

197) 박영일 인터뷰 (2019.6.3.).

차 석유파동을 거치면서 예산이 급증하여 1980년대부터 일본의 대표적인 장기대형연구개발사업으로 자리 잡았다. 이 사업은 준정부기관인 신에너지산업기술총합개발기구(New Energy Development Organization, NEDO)를 중심으로 정부와 민간의 공통 투자를 통해 통상산업성 기존의 연구개발 사업들과는 달리 대규모, 장기 사업으로 시행됐다.¹⁹⁸⁾

이러한 대형연구개발과제를 수립하는 문제는 곧 대규모 예산의 확보 문제로 이어졌다. 이미 1987년 상공부의 공업기반기술개발사업을 시작으로, 동력자원부의 대체에너지기술개발사업 체신부의 정보통신국책연구개발사업이 시행되고 있는 상황에서 과학기술처가 독자적으로 대규모 연구개발 예산을 확보하는 것은 현실적으로 어려울 것이라는 점에 대해 연구개발조정실 관계자들 역시 모두 동의하고 있었다.¹⁹⁹⁾ 더욱이 불과 수 년 전 생산기술연구원의 설립을 둘러싸고 상공부와 과학기술처가 설전을 벌이며 국가연구개발사업을 둘러싼 부처간 경쟁에 대한 여론이 좋지 못했던 상황에서, 과학기술처는 단독으로 사업을 시행하기보다는 기타 부처들을 설득하여 선도기술개발사업에 참여하도록 유도할 필요가 있었다.²⁰⁰⁾

국가연구개발사업을 둘러싸고 과학기술처와 불편한 관계에 놓여있었던 기타 부처들을 선도기술개발사업에 참여하도록 설득함으로써 해당 사업이 이른바 범부처적 사업으로 거듭날 수 있었던 데에는 연구개발조정실 송옥환 국장의 역할이 컸다.²⁰¹⁾ 송옥환은 경기고, 고려대 화학공학과를 졸업하고, 과학기술처에 배치되기 이전까지 약 10년 간 청와대에서 경제비서실 행정관직을 역임하면서 과학기술처 외에서도 다양한 분야에서 폭넓은 인적 네트워크를 맺고 있었다. 송옥환은 상공부에서 국가연구개발

198) 전샤인 프로젝트를 둘러싼 불확실성을 분석한 논문으로는 다음을 참조. Miwao Matsumoto, "The Uncertain but Crucial Relationship between a 'New Energy' Technology and Global Environmental Problems: The Complex Case of the 'Sunshine' Project," *Social Studies of Science* 35, no. 4 (2005), 623-651.

199) 박영일 인터뷰 (2019.6.3.).

200) 과학기술처와 상공부 간의 논쟁은 1장을 참조.

201) 박영일 인터뷰 (2019.6.3.).

사업 업무를 담당하던 한 국장을 만나 선도기술개발사업이 상공부의 연구개발사업에 어떤 도움이 될 수 있을지를 수 시간 동안 설득했고, 이에 대해 송옥환의 경기고 후배이기도 했던 상공부의 국장은 적극 참여하겠다고 답했다. 또한 송옥환과 청와대에서 함께 근무한 적이 있었던 체신부의 연구개발사업 담당 국장, 송옥환의 후배였던 보건복지부의 담당 국장 역시 국가연구개발사업의 범부처적 시행에 대한 송옥환의 설명에 동의하고 선도기술개발사업에 참여하기로 했다.²⁰²⁾

송옥환과 박영일은 기술 동향을 분석 및 예측하고 연구개발 계획의 수립에 대한 종합적인 지원 및 자문 역할을 수행할 수 있는 “전문가 기획단”을 구성하고, 이들에게 사업의 계획, 과제 선정 등과 관련한 권한을 부여하기로 했다. 이들은 가장 먼저 기획단장으로 강인구 박사를 위촉하기로 했다.²⁰³⁾ 강인구는 해군사관학교를 졸업하고 뉴멕시코대에서 전기공학 박사학위를 받은 뒤, 1973년부터 1980년까지 국방과학연구소에서 책임연구원 및 연구관리단장직을 맡다가 1980년부터 금성반도체 연구소장을 거쳐 1989년부터는 금성 중앙연구소장직을 역임하고 있었다. 강인구는 1986년 3월에 4M DRAM을 개발하기 위한 초고집적반도체기술공동개발사업의 계획 과정에 간사로 참여한 바 있으며, 몇몇 매체들을 통해 연구개발 정책에 대한 의견을 개진해왔다.²⁰⁴⁾ 한 예로 그는 1990년 5월 모스크바를 방문한 이후 간략하게나마 소련의 과학기술정책을 평가한 적이 있다. 그의 평가에 따르면, 소련 정부가 연구소를 전폭적으로 지원함으로써 기초적인 이론 연구가 활발히 이루어졌지만, 정부가 예산을 지원하고 있는 연구소의 연구 성과가 기업의 제품화로 이어지지 못하는 문제가 발생했다.²⁰⁵⁾

202) 한국정책학회, “선도기술개발사업(G7) 사례” (2006), 39-40. 이 보고서에서 송옥환은 익명으로 처리되어 있다.

203) 박영일 인터뷰 (2019.6.3.).

204) 과학기술부, 『과제발굴』, 29-30. 강인구의 보다 구체적인 이력은 2장 참조.

205) 강인구, “내가 본 소련 과학기술과 상보적 기술협력에의 접근”, 『과학과 기술』 (서울: 한국과학기술단체총연합회, 1990. 7), 66-68. 이 외에도 강인구는 기업연구소의 문제점, 산학연 협동을 위한 정부의 역할 등에 대해 제언한 바 있다.

강인구 단장이 위촉된 이후 산·학·연의 인사들로 이루어진 “G7 전문가 기획단”이 구성됐다. 이들은 크게 기획단과 기술 분야별 연구회로 구성됐는데, 기획단에는 종합분야에 맹일영 삼성그룹 고문과 심상철 한국과학기술원 교수가 위촉됐고, 기계 분야에는 한동철 서울대 교수, 전자분야에는 강인구 금성 연구소장, 화공분야에는 KIST 윤창구 박사, 동력자원 및 원자력 분야에는 한민구 서울대 교수, 생물해양분야에는 KIST의 박원훈 박사가 위촉됐다. 그리고 각 기술 분야별 연구회의 팀장으로는 기계연구소 서상기 팀장(기계), 삼성 항공 안태영 박사(항공), 포항공대 박찬모 교수(정보통신), 전자통신연구소 김정덕(반도체), 삼성전자 이주형(전자기술), 한국통신 강민호(광전자), 서울대 이동녕 교수(신소재), 럭키연구소 여종기(고분자), 태평양 화학연구소 김창규(정밀화학), KAIST 안병훈 교수(에너지), 서울대 강창순 교수(원자력), 제일제당연구소 김충섭(생명공학)이 위촉됐다.²⁰⁶⁾

G7 전문가 기획단의 단장과 반도체 분야 팀장은 각각 국방과학연구소 출신인 강인구와 김정덕이 맡게 되었지만, 기획단에서 가장 큰 비중은 기업 연구소 출신의 인물들이 차지하고 있었다. 이는 1980년대에 시행된 특정연구개발사업과 비교하여 가장 돋보이는 차이점으로, 이전과 달리 국가연구개발사업의 기획 과정에서 산업계 인사가 참여할 수 있는 기회가 크게 증가한 것이다. 기획단과 연구회 팀장들을 모두 합친 인원인 19명 중, 여덟 명이 재벌의 기업 연구소 출신이었고, 그 외에 정부출연연구소가 여섯 명, 대학 교수가 다섯 명이였다. 선도기술개발사업의 구체적인 과제 선정 과정에서 가장 큰 영향을 끼친 이들 중 절반에 가까운 인원을 재벌기업 인사가 차지하게 된 것이다.

강인구, “기업연구소의 문제점”, 『과학과 기술』 (서울: 한국과학기술단체총연합회, 1982.8), 12-14; 강인구, “산학연 협동을 위한 정부의 역할” 『과학과 기술』 (서울: 한국과학기술단체총연합회, 1992.11). 9-13. 반도체 분야 연구회 팀장으로는 국방과학연구소 출신이자 4Mb DRAM 공동개발사업단장을 맡았던 김정덕이 위촉됐다. 김정덕에 대한 보다 구체적인 서술은 2장 참조.

206) 과학기술처 연구개발조정실 생물해양연구조정관, “1991 G7 전문가 기획단 구성·운영”, (국가기록원, 1991), (관리번호: DA0059240), 38.

대다수의 산업계 인사들로 구성된 전문가 기획단이 5월에 출범한 뒤, 이들은 한 달 뒤인 6월까지 G7 프로젝트의 전반적인 추진계획까지 확정하는 것으로 일정을 세웠다. 이들의 일정에 따르면, 5월 말에 과학기술처 연구개발조정관실과 함께 선도기술개발사업의 후보 과제들을 도출하고, 6월 초에는 후보과제별 또는 대상기술별로 계획 초안을 작성한 뒤 과제별로 우선순위를 설정해야 했다. 그리고 6월 중순에는 G7 프로젝트 개발 계획(안)을 수립한 뒤, 6월 하순에는 G7 프로젝트의 추진계획을 확정하여 종합과학기술심의회에 상정, 심의를 받고자 했다.²⁰⁷⁾ 많은 일정들은 세미나, 합동회의, 공청회, 연석회의를 거치도록 되어 있었으나 이 모든 것들이 한 달 안에 끝맺는 것으로 일정이 잡혀 있었다.²⁰⁸⁾

김진현은 대외 매체를 이용하여 선도기술개발사업의 주요 특징인 대형화와 집중화를 왜 추구해야 하는지에 대한 정당화 작업을 수행했다. 그는 당시의 상황을 “제3차 기술혁신의 시대”라고 일컬으며, 현재 일본, 미국, 유럽 등 주요 선진국들이 국가적 차원에서 산·학·연 협동체제를 기반으로 대형연구개발 프로젝트를 추진하고 있다고 강조했다. 그는 선도기술개발사업이 목표로 삼을 국가적인 전략기술이 선정 작업 중에 있음을 언급하면서 2000년 경 선진국의 선두수준을 지향하는 기술군의 개발에 집중할 것이라 말했다. 그는 “최소한 몇몇 기술에 있어서만은 미국이나 일본까지도 우리에게 고개를 숙이면서 팔라고 요청하는 세계 최고의 수준으로 올라서야”한다고 피력하면서 현재 선진국의 기술 수준에 도달해 있는 분야의 예로 반도체 중 기억소자 부문을 들었다.²⁰⁹⁾

1991년 7월 12일에 개최된 종합과학기술심의회 총괄조정전문분과회에서 과학기술처는 “2000년대 과학기술 선진7개국수준 진입을 위한 선도전략기술개발사업 추진계획(안)”을 발표했다. 이들은 제조업 경쟁력 약화라

207) 과학기술처 연구개발조정실 생물해양연구조정관, “1991 G7 전문가 기획단 구성·운영”, 49.

208) 같은 글.

209) 김진현, “2000년대 과학기술”, 『과학과 기술』 (서울: 한국과학기술단체총연합회, 1991. 6).

는 문제를 극복하고 세계적인 기술경쟁에 대응할 수 있는 체제를 시급히 강구해야 함을 강조하면서, 2001년까지 중점적으로 개발해야 할 과제의 목록을 제시했다. 과학기술처는 1991년 5월에 개최된 OECD 각료이사회를 언급하면서, 정부의 연구개발지원에 대한 국제사회의 규제 요구가 높아지고 있는 상황 속에서 선도기술개발사업은 국가가 “전략기술개발과제를 선정하고 집중 개발”할 수 있는 마지막 기회가 될 것이라고 보았다.²¹⁰⁾ 과학기술처가 제시한 목록은 연구개발 과제를 크게 “G7전략제품 기술개발사업”과 “G7원천기반기술개발사업”으로 분류하고 각각에 대해 일곱 개씩의 후보 과제를 선정한 뒤 구체적인 목표와 개발 기간을 명시했다.

구분	후보 과제명	개발 목표 및 기간	주관 부처
전략 제품 기술 개발 사업	1. 초고집적 반도체개발	256M DRAM (1991-1996)	과학기술처
	2. 광대역 ISDN 개발	ATM ISDN (1993-1996)	체신부
	3. 고선명TV(HDTV) 개발	HDTV 수상기 (1990-1994)	상공부
	4. 전기자동차 개발	시제품 생산 (1992-1996)	상공부
	5. 인공지능 컴퓨터 개발	지식추론 · 뉴로망 (1990-1997)	체신부
	6. 신의약 · 신농약 개발	신물질 1-2개 (1990-1997)	과기처/보사부
	7. 첨단생산시스템 개발	IMS (1992-1999)	상공부
원천 기반 기술	1. 정보 · 전자 · 에너지 소재 기술개발	1991-2001	과학기술처
	2. 차세대 수송기계 · 부품 기	1992-2001	상공부

210) 종관심총괄조정전문분과회, “2000년대 과학기술 선진7개국수준 진입을 위한 선진전략기술개발사업 추진계획(안)” (국가기록원, 1991), (관리번호: DA0135995), 3.

구분	후보 과제명	개발 목표 및 기간	주관 부처
개발 사업	술개발 3. 신기능 생물소재·식품 기술개발	1991-2001	과학기술처
	4. 환경공학 기술개발	1991-2001	환경처/과기처
	5. 신에너지 기술개발	1992-2001	동자부/과기처
	6. 신형원자로 설계 및 실증 연구	1992-2001	동자부/과기처
	7. 감성공학 기술개발	1993-2001	과학기술처

표 3-2 선도기술개발사업 후보 과제 목록. (출처: 종과심총괄조정전문분과회, “2000년대 과학기술”, 9) 이 당시 계획에 따르면 초고집적 반도체 개발 과제는 전략제품기술개발사업에 포함되어 있었으나, 해당 과제의 준비 과정에서 기반기술개발사업으로 변경됐다. 이 과정에 대한 논의는 4장을 참조.

3.3. 선도기술개발사업의 이론적 정당화

1991년 12월 13일에 열린 G7 전문가 기획단의 워크숍에서는 영국의 무기개발 체제의 사례를 소개하고 당시 기술경영학 또는 정책학계의 이론을 동원함으로써 각각 선도기술개발사업의 규모와 전체적인 방향성을 정당화하는 작업이 이루어졌다. 첫 발표자로 나선 강인구 기획단장은 선도기술개발사업을 통해 산업계, 학계, 출연연이 각각 수행해야 할 역할들을 명확히 제시했다. 그에 따르면, 정부출연연구소는 산업계와의 공동연구를 확대함으로써 그들의 연구가 기업에서 활용될 수 있도록 해야 했고, 대학은 산업계 및 출연연과의 공동연구를 수행함으로써 기업에서 활용할 수 있는 고급연구인력을 양성, 공급한다는 교육 측면이 강조되어야 했다.²¹¹⁾

211) G7전문가기획단, “21세기 선도기술개발사업(G7 프로젝트) 연구기획에 관한 워크숍” (1991), 5-10.

해군사관학교를 졸업하고 국방과학연구소의 기술관리직을 거쳐 산업기술진흥협회 자문위원을 맡고 있었던 백창현은 영국 육군의 무기개발 체계를 사례로 들며 선도기술개발사업이 대형 사업으로 추진될 필요가 있음을 보였다. 그는 당시까지의 산학연 연구 개발의 특징을 진단하고, 이에 대한 해결책으로 목표지향적인 대형 과제의 필요성을 제안했다. 국내 산업계의 개발 과제의 특징은 “후단계 개발과제”라는 점으로, 이들 과제들 중 65%가 1년 미만에 걸친 “초미니형 모방개발 과제”인 반면, 대학이나 연구소 개발 과제는 연구보고서 작성이나 시제품 개발에 그칠 수 있는 전(前)단계 과제에 해당했다. 백창현은 분명한 목표 하에서 전, 후 단계를 모두 포괄할 수 있는 전(全)단계 국가연구개발사업을 대형 규모로 추진할 필요가 있다고 주장하면서, 이에 대한 모형으로 영국 육군의 무기개발 체계를 제시했다.²¹²⁾

선도기술개발사업에 대한 이론적 정당화는 기술경영학자인 김인수의 동료 이진주와 그의 제자 배종태에 의해 제공됐다. 이진주와 배종태는 발표를 통해 선도기술개발사업의 “기획에 포함되어야 할 주요내용 및 핵심고려사항”을 제시했다. 이들에 따르면 계획 과정에서 고려돼야 할 “기본원칙”들 중 하나는 “국가경쟁력 우선의 원칙”이었다. 이는 국내 연구개발 활동의 최종 수혜자가 민간기업이라는 점을 감안했을 때 “민간기업 혜택 우선의 원칙”과도 같은 의미를 지니고 있었다. 민간기업이 최종 수혜자인만큼 대학은 민간 기업이 필요로 하는 “고급 인력 양성이라는 고유의 역할을 더욱 강화하여야” 했다. 민간기업이 연구개발의 최종 수혜자라는 것은 동시에 민간기업이 혁신의 출발점임을 의미하는 것이기도 했다. 이들은 당시 사회과학자들 사이에서 유행하던 “사용자 중심 혁신”의 개념을 빌려오면서, 개발된 기술에 대한 수요자로서 국내 민간기업이 “제품(기술) 최종 사용자의 혁신주도(user-dominated innovation)”에 기여할 수 있고 이는 대형연구개발 프로젝트의 주요 성패 요인이 된다고 보았다. 이에 따라 연구개발의 결과물은 심의위원회에서 평가하도록 하

212) 같은 글, 35-42.

되, 위원회는 민간기업 관계자를 반 이상 포함하여 민간기업들이 최대한으로 연구기획, 수행, 평가에 모두 참여할 필요가 있었다.²¹³⁾

이진주와 배종태가 강조한 국가경쟁력(national competitiveness)과 사용자 중심 혁신이란 용어는 1980년대부터 과학기술과 관련하여 정부와 기업의 정책을 탐구하는 이른바 혁신학(innovation studies)계에서 주목을 받으며 유행하던 개념들이었다. 레이건 행정부의 산업경쟁력 위원회(Commission on Industrial Competitiveness)에서 위원장을 역임하면서 한국, 일본 등을 비롯한 여러 국가들의 산업정책을 조사했던 포터(Michael Porter)는 1990년 국가경쟁력이란 개념을 처음으로 제안했다. 그는 한국과 일본의 희소한 자원, 독일의 높은 노동 임금 등과 같이 열악한 조건에도 불구하고 이들이 어떻게 경쟁우위를 확보할 수 있었는가를 물으며, 국가 내 기업의 생산성과 그러한 생산성을 증진시킬 수 있는 국가적 환경을 국가경쟁력이라 정의함으로써 답하고자 했다. 포터는 가장 이상적인 사례로 일본을 들면서, 정부가 국가경쟁력 제고를 위해서는 “발전되고, 전문화된” 특정 산업군에 집중 투자해야 한다고 주장했다.²¹⁴⁾

이진주와 배종태에게 있어서 사용자 중심 혁신은 국가경쟁력을 제고할 수 있는 유일한 수단이었다. 사용자 중심 혁신이란 “수요 견인(need-pull)” 혁신 모형을 지칭하는 용어로, 이 역시 1980년대 이후 혁신학계에서 널리 논의되던 모형 중 하나였다. 수요 견인 이론은 기초과학계의 연구가 공학의 발전에 기여하고 공학의 발전이 상품의 생산 및 시장에서의 상업적 성공을 이끈다는 “기술 주도(technology-push)” 모형과 반대로, 시장에서의 수요가 연구개발을 유도하고 이렇게 개발된 상품은 시장에서 성공을 거둔다는 모형이다.²¹⁵⁾ 하지만 이 당시 혁신학계에서는

213) 같은 글, 61-79.

214) Michael E. Porter, “The Competitive Advantage of Nations,” *Harvard Business Review* (1990), pp. 76-77, 87-88; Michael E. Porter, *The Competitive Advantage of Nations* (London; New York: Macmillan Press; Free Press, c1990).

215) Christopher Freeman, *The Economics of industrial Innovation*, (Cambridge: MIT Press, 1982); R. Rothwell and W. Zegveld, *Reindustrialization and*

기술 주도 모형과 수요 견인 모형 중 무엇이 더 현실적인지를 가늠하거나, 둘 중 한 모형만을 취사선택하는 것은 무의미하다는 견해가 지배적이었다. 일찍이 랭리쉬(John Langrish)는 두 모형이 “상호 배타적이라기 보다는 보완적”이라고 지적했고, 프리만(Christopher Freeman)은 혁신에 관한 “어떤 만족스러운 이론이든지 두 요소 모두를 동시에 고려해야만 한다”고 주장했다.²¹⁶⁾ 이러한 당시 혁신학계의 중론과는 별개로, 이진주와 배종태는 수요 견인 모형을 취사선택한 뒤 기업을 연구개발 활동의 최종 수요자로 지정하고 이를 포터의 국가경쟁력 제고 방안과 연결짓는 식의 창조적 변형을 통해 국가연구개발사업이 민간 기업 주도로 행해져야 한다는 논리를 제공했다.

민간기업이 국가연구개발사업의 수혜를 받기 위해서는 타이밍도 중요했다. 이들은 “연구주기(research cycle)와 제품수명주기(product life cycle)를 고려”하기 위해 플로우차트나 다이어그램 등을 통해 연구개발 단계들을 제시할 필요가 있다고 지적했다. 연구개발의 일정을 단계적으로 확정하고 평가할 수 있는 도구로 PERT와 Critical Path Method가 소개됐는데 이는 1980년대에는 초고집적반도체공동개발이라는 특정 과제에서만 활용되던 연구개발 관리 테크닉이었다. 이들이 열거한 우리나라의 과거 대형연구개발 프로젝트의 주요 성패요인들에 따르면, 초고집적 반도체 개발사업이 성공적일 수 있었던 요인 중 하나는 해당 사업을 관리했던 ETRI의 프로젝트 관리 능력에 있었다.²¹⁷⁾

선도기술개발사업의 기획을 주도한 인물들과 이들이 동원한 각종 이론적 기반들은 해당 사업이 1980년대에 마련된 국가연구개발사업의 틀 위

Technology (Armonk, M.E.Sharpe, 1985). 수요 견인 모형의 역사에 대해서는 다음을 참조. Benoît Godin and Joseph P. Lane, “‘Push and Pulls’: The Hi(story) of the Demand Pull Model of Innovation,” *Project on the Intellectual History of Innovation Working Paper 13* (2013).

216) John Langrish, et al., *Wealth from Knowledge: Studies of Innovation in Industry* (London: Macmillan, 1972), 75; Christopher Freeman, *The Economics of Industrial Innovation* (Cambridge: MIT Press, 1982), 109-110.

217) G7 전문가기획단, “21세기 선도기술개발사업(G7 프로젝트) 연구기획에 관한 워크숍”, 59-79.

에서 어떤 변화를 도모하려 했는지를 보여준다. 위에서 살펴볼 수 있었던 듯이 G7 전문가 기획단장과 일부 기술 분야의 팀장은 1980년대 국가연구개발사업의 시행 단계에서 큰 역할을 수행했던 국방과학연구소 출신의 인물이었다. 기획단이 선도기술개발사업의 진도 관리 및 평가를 위해 제안한 도구는 미국의 Booz, Allen and Hamilton사의 유도탄 개발 일정 관리를 위해 고안되고 국내 4Mb DRAM의 개발 과정에서도 활용됐던 PERT였다. 선도기술개발사업을 기획하는 과정에서 고려되어야 할 것으로 제시된 이론적 개념인 제품수명주기(product life cycle) 역시 1957년 Booz, Allen and Hamilton사의 제품 기획 부서에서 한 관리자가 제안한 개념이었다.

하지만 선도기술개발사업은 단순히 1980년대에 수립된 국가연구개발사업의 연장선 상에 있지 않았다. 2000년대 장기계획의 발표 이후 과학기술처는 내부적으로 보다 장기적이고 자원 집중적인 국가연구개발사업을 모색하고 있었고, 예산의 확보를 위해서 이는 범부처적인 참여가 요구됐다. G7 전문가 기획단의 단장은 국방과학연구소 출신이었지만 기획단의 가장 큰 비중을 차지하고 있는 인물들은 기업 연구소 출신들이었다. 기업연구소 출신이 아닌 학계의 입장에서 관리 및 기획을 위한 도구와 이론적 기반을 제공했던 사회과학자들 역시 무기개발 과정에서 고안되었던 PERT나 제품수명주기와 같은 개념들을 통해 결국 모든 연구기획과 평가가 제품의 개발과 민간기업의 이익 여부를 기준으로 이루어져야 한다고 제안했다. 선도기술개발사업의 계획 과정은 1980년 특정연구개발사업의 시행과 함께 마련된 국방부의 무기개발이라는 체제 위에서 재벌의 상품 개발이라는 목표가 결합되어 가는 과정이었다.

3.4. 예산 조정을 통한 사업의 시행

이진주와 배종태는 “G7 프로젝트의 연도별기술개발자금수요(안)”을 통

해 선도기술개발사업의 시행에 투입되어야 할 정부 및 민간의 연구비를 연도별로 아래의 표와 같이 제시했다. 이들은 모든 과제에 대해 정부와 기업의 연구비 투자를 묶는 대응 연구비(matching fund)를 조성하고 연구비에 대한 정부의 투자분은 차후에 관련 부처별로 구분하여 계획할 것을 제안했다. 이 수요안에 따르면 정부는 선도기술개발사업의 시행을 위해 매년 수천억 원 대의 연구비를 투입하고, 모든 사업이 완료되는 2001년까지 약 4조 원을 확보할 필요가 있었다. 이들이 제시한 연구비 수요에 관한 표는 그나마 선도기술개발사업으로 선정된 소수의 연구개발 목표들 중에서도 국가적으로 중요시되는 분야와 그렇지 않은 분야 간의 차이가 뚜렷하다는 점을 보여준다. 이들 중에서 최우선시되었던 사업은 단연 초고집적반도체개발 사업으로, 사업 첫 해부터 착수될 예정인 14개의 사업들에 투입되어야 할 총 예산 대비 약 16%를 차지한 반면, 신형 원자로나 감성공학 관련 기술 개발 과제는 각각 초고집적반도체개발사업비의 1/20 내지는 1/10 정도의 규모로 책정됐다.

과학기술처에게 당면한 문제는 과제들 간의 할당 비율보다는 이들에 대한 총 연구비 예산을 확보할 수 있느냐에 있었다. 1991년 12월 19일에 개최된 과학기술진흥회의에서 김진현 장관은 “과학기술혁신 종합대책”의 일환으로 1996년까지 1조 원의 기금을 조성하는 것을 목표로 1992년부터 과학기술진흥기금을 설치 및 운용할 것이라 발표했다. 신설되는 과학기술진흥기금의 재원은 과학재단의 관리 하에 있던 기초과학기금의 흡수, 정부투자기관의 배당금 및 주식 매각 대금, 과학기술복권 발행, 한국통신 출연금, 과학재단 출연금을 통해 마련될 예정이었다.²¹⁸⁾ 이 중에서도 과학재단의 기초과학기금은 자연과학 전공 교수들이 연구비를 받을 수 있는 통로였다. 김진현 장관은 “과학재단의 활동 목적이 국가의 과학기술 정책과 부합돼야 한다”는 명분을 내세우며 다음 해인 1992년 3월 28일 제53회 정기이사회를 통해 과학기술처 장관이 과학재단 이사장을

218) 한국과총, “과기진흥기금 96년까지 1조 조성: 14개 핵심선도 기술개발 집중지원”, 『과학과 기술』 (1991. 12), 34-35.

말도록 정관과 연구활동 지원규정을 개정하고 4월 27일부터 과학재단 이사장을 겸임했다.²¹⁹⁾ 이렇게 조성된 기금은 14개의 과제가 계획되어 있는 선도기술개발사업에 중점적으로 투입될 예정이었다.²²⁰⁾

1992년 6월 17일, 서정욱을 위원장으로 하는 종합과학기술심의회 총괄조정분과전문위원회가 개최되고 이 자리에서 선도기술기술개발사업의 과제들이 최종적으로 확정됐다. 과학기술처는 256Mb DRAM 개발사업만 당시 진행 중이던 16/64Mb DRAM 개발사업이 완료되는 1993년 3월부터 추진하기로 하고, 나머지는 사업들은 1992년부터 바로 추진하되, 전기자동차 개발사업과 차세대 수송기계·부품기술 개발사업은 차세대자동차 기술개발사업으로 통합 추진하기로 했다. 또한 인공지능컴퓨터개발사업과 감성공학기술개발사업을 “연구기획을 보완 후 재검토하여야 할 과제”로 분류함으로써 사실상 선도기술개발사업에서 이들 사업들을 탈락시켰다.²²¹⁾

G7 전문가 기획단의 워크샵에서 제안됐던대로 정부 부처별로 투자 계획이 마련되고 이에 대응되는 민간의 연구비 역시 설정됐지만, 정부 부처들이 지출하게 될 총 예산이 크게 감소했고 사업별 예산 간의 편차 역시 다소 감소했다. 기획단의 “개발자금수요안”에 따르면, 정부가 부담하는 약 4조 원의 연구비 총액 중 절반 정도인 2조 원이 1992년에 곧바로 착수되는 14개의 사업에 투입되고, 나머지 2조 원은 이후의 “신규발굴과제”에 투입될 예정이었다. 하지만 총괄조정분과위원회를 거치면서 과학

219) 한국과학재단, 『한국과학재단의 발자취와 새로운 도약: 한국과학재단 20년사』 (대전: 한국과학재단, 1997), 515; 578; 과학기자 모임 편집, 『신한국 과학기술』, 206.

220) 한국과총, “과기진흥기금”, 34-35.

221) 건설교통부 기술안전국 기술정책과, “과학기술진흥(2)” (국가기록원, 1992), (관리번호: DA0136010). 22. 감성공학 과제의 탈락은 정치적인 이유가 크게 작용했다는 설이 있다. 1991년 정부출연연구소에 대한 감사 결과가 외부에 노출되어 연구소들이 방만 경영으로 매도되고 있던 상황 속에서 감성공학 과제의 책임자였던 표준과학연구원 박승덕 원장이 연구소의 입장을 신문에 기고한 바 있다. 이 일로 인해 박승덕 원장은 과학기술처의 감사 때 소환되어 해명을 해야 했고, 이와 관련돼 있던 과학기술처의 한 조정관은 좌천됐으며, 결국 감성공학 과제가 탈락하고 말았다는 것이다. 과학기자 모임 편집, 『신한국 과학기술』, 102-103.

기술처, 상공부, 체신부 등 모든 정부 부처가 부담하게 될 예산은 약 1조 5천억 원으로 대폭 감소했고, “신규발굴과제” 항목이 없어지고 세 개의 사업을 탈락된 11개의 사업에 해당 예산을 할당하는 안으로 변경됐다. 이에 따라 모든 사업들에 대한 정부 부처들의 지출 예산을 총합한 값이 기획단의 제안에 비해 약 35%로 줄어든 상황에서 그나마 개별 사업들은 이전 제안에 비해 40% 이상의 예산은 확보할 수 있었다.²²²⁾

과제명	전문가 기획단의 수요안 (1991.12) (단위: 억 원)	총괄조정분과전문위원회 결의안 (1992.6) (단위: 억 원)	
초고집적반도체개발	3,650	1,620	
광대역 ISDN 개발	2,500	710(2,835(한국통신))	
고선명 TV(HDTV) 개발	1,129	220(30(한전))	
전기 자동차 개발	720	차세대 자동차	2,200
차세대 수송기계, 부품 기술 개발	2,090		
신의약, 신농약 개발	1,363	990	
첨단생산시스템 개발	2,570	2,495	
정보 전자 에너지 첨단소재기술 개발	1,175	1,584	
신기능 생물소재 기술 개발	2,410	1,990	
환경공학 기술 개발	1,955	1,715	
신에너지 기술 개발	1,280	947(1,134(한전))	
신형원자로 설계 및 실증 연구	230	497(1,883한전)	
인공지능 컴퓨터 개발	1,150	탈락	
감성공학 기술 개발	400	탈락	
1997년 이후 신규발굴과제	20,245	탈락	

222) 몇몇 사업은 공기업의 투자로 인해 부처의 예산 감소에도 불구하고 사업비가 증가하기도 했다. 대표적으로 광대역 ISDN 사업은 한국통신이 약 3000억 원을 투자하게 되면서 기획단의 제안에 비해 사업비가 50% 증가했다. 신에너지 기술 사업과 신형 원자로 사업 역시 한전의 투자로 사업비가 각각 약 60%, 100% 증가했다.

과제명	전문가 기획단의 수요안 (1991.12) (단위: 억 원)	총괄조정분과전문위원회 결의안 (1992.6) (단위: 억 원)
총계	42,867	14,968

표 3-3 전문가 기획단의 수요안과 총괄조정분과전문위원회의 결의안의 비교

기획단의 제안에 비해 각 부처가 사업비로 부담해야 할 예산은 크게 줄었지만, 줄어든 예산 역시 과학기술처 입장에서는 적지 않은 부담으로 작용했다. 위의 표에서도 확인할 수 있듯이 과학기술처는 선도기술개발 사업의 시행 첫 해인 1992년 총 380억 원에 달하는 예산을 지원하기로 계획했다. 380억 원은 당시 과학기술처가 매년 1000억 원 내외의 예산을 특정연구개발사업을 위해 지출하고 있다는 점에 비추어 볼 때 약 30%가 넘는 규모에 해당했다.²²³⁾ 1차 년도 부터 요구된 대규모 예산의 확보는 과학기술처 전체 예산의 증가보다는 기존에 예정되어 있던 사업들의 축소에 크게 의존한 채 진행됐다. 예산 삭감의 대상이 된 사업은 1990년 과학기술처에 의해 42개의 과제가 선정되었던 국책연구개발사업이었다. 과학기술처는 사업이 시작되고 1년 만에 “총괄평가”를 시행하여 42개의 과제 중 9개의 과제만 남기고 나머지 33개 과제를 “국책연구개발사업의 성격에 부적합”하다고 평가하며 이들을 출연연과 국공립연구소 차원에서 수행하는 첨단요소기술개발사업으로 전환 시켰다.²²⁴⁾

당시에 국책연구개발사업에서 탈락한 과제들이 어떤 평가를 받았는지에 대해 비교적 구체적인 수준에서 기록된 몇몇 자료들은 국책연구개발 사업이 착수된 지 1년 만에 시행된 “총괄평가”가 어떤 성격을 지니고 있었는지를 드러내 준다. 1991년 7월 1일 과학기술처 상황실에서는 정보산

223) 참고로 과학기술처는 특정연구개발사업의 사업들에 1989년, 1990년, 1991년에 각각 870억 원, 1,200억 원, 1,070억 원을 지출했다. 과학기술처, 『과학기술연감』 (과천: 과학기술처, 1992), 90.

224) 이때 국가연구개발사업으로 유지된 9개의 사업은 16/64Mb DRAM 반도체, CFC 대체기술, 가스터빈, 중급항공기, 과학위성, 자기부상열차, 환경오염 방지기술, 신주택기술, 고온초전도체 개발사업이다. 과학기술처, 『과학기술연감』 (1991), 114-115.

업 분야의 국책연구 과제들에 대한 평가 회의가 개최됐다. 평가 대상 과제는 S/W 자동생산 기술 개발, 지능형 컴퓨터 개발, 레이저 기술개발, GaAs 초고속 집적회로 개발로 각각 시스템공학연구소, 한국전자통신연구원, KIST, 한국전자통신연구원이 연구기관이었다. 이들에 대한 평가는 학계 4명, 정출연 5명, 산업계 6명, 정부부처 4명으로 구성된 정보산업기술위원회에 의해 이루어졌다. 과학기술처 차관은 회의가 시작되자 “총괄 평가는 그동안 단순히 기술적 평가만을 해오던 평가 방법을 지양”하고, “연구 결과의 산업계에 대한 기여도 등 주로 기술외적 요인을 평가”하는 것이 그 취지라고 말하면서 “출연연구소의 역할도 종래의 선행기술 위주의 개발로부터 시장에 바탕을 둔 R&D의 추진으로의 전환이 그 어느 때 보다 필요”하다고 강조했다.²²⁵⁾

평가의 결과는 차관이 밝혔던 취지에 부합하게 도출됐다. 정량 평가는 500점 만점을 기준으로 위원들이 부여한 점수를 평균하여 얻어졌는데 네 개의 과제들은 모두 350점 내외의 점수로 “보통”이라는 평가를 받았다. 평가위원들의 평가의견서는 모든 과제들이 기업과의 연계성이 부족하다는 점을 지적하고 있었다. 이들에 따르면, 소프트웨어 자동생산기술 개발과제는 기업과의 협동을 통해 추진될 필요가 있었고, 지능형 컴퓨터 개발과제는 “외국에서 개발하지 않는 분야까지 모두 망라하는 것은 지양”할 필요가 있었으며 이 역시 기업과 업무 분담이 필요했다. 더불어 레이저 기술 개발과제는 원자분광학과 같이 “기반기술에 해당하는 기술은 생략하고 기업이 원하는 분야로 과제를 구성함이 필요”했다. GaAs 집적회로 개발과제 역시 기업이 참여하는 공동연구가 필요하며, 만약 참여를 원하는 기업이 없을 경우 개발 목표를 변경할 필요가 있다는 평가를 받았다.²²⁶⁾ 결국 이들은 모두 국책연구개발사업에서 탈락했고, 보다 작은 규모인 첨단요소기술개발사업으로 이전됐다.

225) 과학기술부, “국책과제 총괄평가” (국가기록원, 1991), (관리번호: DA0108054), 40-45.

226) 같은 글, 35-37.

총 과제 수의 감소와 함께 국책연구개발사업에 대한 정부출연금은 1991년 150억 원에서, 1992년 70억 원, 1993년 50억 원 규모로 자연스럽게 감소했다. 심지어 첨단요소기술개발사업은 국책연구개발사업에서 이전된 과제들로 인해 과제 수가 증가했음에도 불구하고 1991년 530억 원에서, 1992년 370억 원, 1993년 300억 원으로 정부의 출연금이 감소했다.²²⁷⁾ 과학기술처는 선도기술개발사업 이전에 계획되어 진행 중이던 국책연구개발사업의 과제들에 대한 지원을 중단함으로써 선도기술개발사업 시행 첫 해에 요구됐던 380억 원에 달하는 연구비 중 240억 원의 연구비를 추가 재원 없이 확보할 수 있었다.

“과학기술혁신종합대책”의 일환으로 안정적인 예산 확보를 위해 제시됐던 과학기술진흥기금도 정식으로 신설됐다. 김진현은 사업의 예산 확보를 용이하게 하기 위해 서정욱 차관의 후임으로 경제기획원 출신 인물을 물색했고, 그 결과 경제기획원의 예산실 등에서 경력을 쌓은 박진호가 1992년 6월 과학기술처 차관으로 임명됐다. 박진호는 차관 임명 후 곧바로 과학재단의 관리 하에 있던 기초과학기금을 흡수하여 과학기술진흥기금을 출범시켰다. 이 때 제정된 과학기술진흥기금운용세칙에 따르면, 기금의 지원대상 사업의 선정 및 관리는 한국종합기술금융주식회사가 맡았고 융자지원 대상자는 선도기술개발사업에 참여하는 기업, 특정연구개발사업의 후속 연구개발사업을 수행하는 기업, 기타 과학기술처 장관이 인정하는 국가연구개발사업에 참여하는 기업으로 한정했다.²²⁸⁾

정부출연연구소의 평가작업과 선도기술개발사업의 계획을 마무리한 서정욱은 1992년 7월 1일 과학기술연구원 원장으로 취임했다. 국방과학연구소 출신인 서정욱이 KIST의 원장으로 취임했다는 사실은, 국방과학연구소가 설립 이래로 KIST 출신의 인사들이 소장과 부소장직을 비롯하여 요직들을 차지해와 사실상 KIST의 “점령지”나 다름없었다는 점을 돌

227) 과학기술부, 『특정연구개발사업 연구성과』, 21-22.

228) 과학기술부 기초과학인력육성기초과학지원과, 『기금관련규정제정.개정1』 (국가기록원, 1992), (관리번호: DA0057005), 17.

이켜 볼 때 상징적인 의미가 적지 않았다.²²⁹⁾ 서정욱은 “솔직한 [...] 마음을 털어놓기 위해” 과학기술처에서 미리 작성해놓은 취임사를 고사하고 직접 취임사를 작성했다. 그는 취임사에서 RCA의 사르노프(Sarnoff) 연구소, IBM의 왓슨(Watson) 연구소, AT&T의 벨(Bell) 연구소가 더 이상 우수 연구소가 아니라는 점을 “타산지석의 교훈”으로 삼아야 한다고 지적했다.

그에게 있어서 냉전시기 세계 최정상의 연구소들로부터 배울 수 있는 “타산지석의 교훈”이란, 당시 기초과학, 응용연구, 상업화로 이어지는 선형 모형에 대한 비판과도 맥을 같이 했다. 서정욱은 기초 연구를 전폭적으로 지원하면서 다수의 노벨상 수상자들을 배출하기도 했던 미국의 기업 연구소들을 “풍요와 방임 속에서 간섭을 모르고 발전했던 미국의 과학기술”이라 칭하면서, 이들이 일본 기업들에 의해 고전을 면치 못하는 현실을 통해 “반드시 풍요와 방임만이 발전의 원동력은 아니라는 것”을 알 수 있다고 주장했다.²³⁰⁾

서정욱이 과학기술처 차관으로서 주도했던 정부출연연구소 통폐합과 선도기술개발사업의 시행은 그가 취임사에서 거론한 “타산지석의 교훈”을 정책적으로 실현한 것이었다. 그가 보기에 국내에서 “풍요와 방임”에 빠져 있었던 연구소는 KIST를 필두로 한 정부출연연구소였고, 통폐합을 통해 1980년의 통폐합 이후에도 일부 명맥을 이어오던 KIST 출신 인사들이 물러나야만 했다. 이후에 계획된 선도기술개발사업은 1980년대 특정연구개발사업의 시행을 통해 자리 잡은 연구협약 체제 위에서 특정 상품을 개발하는 것을 국가연구개발사업의 목표로 삼았다. 사업의 계획 과정에 참여했던 사회과학자들은 당시 학계에서 유행하던 수요 견인 모형을 선택적으로 소개하고 이를 국가경쟁력의 유일한 제고 방안으로 제안함으로써 선도기술개발사업의 방향성을 이론적으로 정당화했다.

229) 과학기자 모임 편집, 『신한국 과학기술』, 162.

230) 서정욱, 『미래를 열어온 사람들』, 128-136.

3.5. 소결

선도기술개발사업이 대형사업, 범부처 사업, 중점 분야 지원 사업으로 그 모습을 갖추게 된 데에는 다음과 같이 몇 가지 요인들이 작용하고 있었다. 1980년대 이후 일본을 비롯한 선진국들이 본격적으로 대형국가연구개발사업을 추진하는 상황에서 과학기술처 역시 1980년대 중반 이후 장기적이고 자원 집중적인 대형연구개발사업을 추진하고자 하는 계획이 개략적인 수준에서 수립돼 있었다. 1980년대 후반부터 국가연구개발사업을 둘러싼 정부 부처들간의 경쟁이 심화된 상황 속에서 과학기술처는 범부처 국가연구개발사업을 계획하며 부처들의 참여와 대규모 예산 확보를 가능하게 했고, 이러한 예산을 기반으로 세계 시장에서 보다 경쟁력 있는 기업의 상품화에 직결될 수 있는 과제들을 집중 지원하는 선도기술개발사업을 출범시켰다.

민간 주도라는 기치 하에 시행된 선도기술개발사업은 1980년대부터 이어져온 특정연구개발사업의 관 주도적인 특징과 민간 주도적인 특징을 모두 지니고 있었다. 먼저 특정연구개발사업이 착수되기 직전 과학기술처 주도 하에 정부출연연구소들의 통폐합 절차가 선행됐던 것과 마찬가지로, 선도기술개발사업의 역시 정부출연연구소들에 대한 평가 및 개편작업을 거치면서 출범했다. 이 과정에서 1980년대 이후로도 일부 명맥을 유지하던 주요 KIST 출신 인사들이 퇴임한 반면, 국방과학연구소 및 군출신 인사들은 선도기술개발사업의 계획 과정에서 여전히 영향력을 행사해 나갔다. 선도기술개발사업은 특정연구개발사업의 과제별 협약 체제라는 전체적인 틀을 그대로 유지시킴으로써 국가연구개발사업이 개별 과제별로 관리될 수 있도록 했다. 개별 과제들에 대한 진도 관리는 특정연구개발사업의 반도체 개발 과제에서 활용됐던 PERT가 모든 과제들로 확산됐다.

구분		1980년대 특정연구개발사업	선도기술개발사업
유 사 점	과제 진도관리 테크닉	PERT	PERT
	주요 의사결정 주체	국방과학연구소 출신 관료 및 공학자	기술경영 전문가 및 관료 대기업 연구소 공학자 국방과학연구소 출신 공학자
차 이 점	연구개발 목표	수입 대체품 개발	세계시장에서 경쟁 가능한 상품의 개발
	과제 선정 방식	다양한 분야, 다수의 과제에 연구비 배분	특정 분야, 소수 과제에 연구비 집중
	주요 기술적 지원 대상	중소기업, 대기업	대기업
	주요 연구개발 주체	정부출연연구소	기업 연구소
	주관 부처	과학기술처	과학기술처 상공부 정보통신부 건설교통부 복지부 환경부

표 3-4 1980년대 특정연구개발사업과 선도기술개발사업의 비교

한편 선도기술개발사업의 민간 주도적 측면은 사실상 재벌 주도적 성격을 지니고 있었다. 1980년대와는 달리 국가연구개발사업의 계획 단계에서부터 대다수의 재벌 기업의 인사들이 참여할 수 있었고, 그 결과 국가사업의 목표는 단순히 어떤 분야의 연구개발이 아닌 구체적인 상품의

개발로 구체화됐다. 이러한 변화가 가능했던 요인 중 하나는 과학기술처를 둘러싼 경제기획원, 청와대의 경제관료들 간의 공조가 있었으며, 이를 통해 과학기술진흥기금의 출범 등과 같은 현실적인 재원 확보가 가능하게 됐다. 이처럼 국가연구개발사업이 재벌 기업 중심으로 재편되는 것에 대한 이론적 정당화는 혁신학계의 사회과학자들에 의해 행해졌다. 이들은 당시 국제 혁신학계에서 유행하던 이론들 중 수요 견인 이론을 선택적으로 제안하고 이에 부합하지 못했던 KIST 중심의 과거 연구개발 체제를 반성함으로써, 민간이 주도하는 선도기술개발사업의 성격을 정당화했다. 이처럼 선도기술개발사업은 특정연구개발사업의 협약 체제 위에 시장에서 경쟁할 수 있는 제품을 개발한다는 목표가 결부된, 국방과학연구소의 무기개발 관리체제와 대기업의 상품개발체제의 독특한 결합물이었다.

제 4 장 차세대반도체 기반기술(256M DRAM) 개발사업, 1993-1996

차세대반도체 기반기술 개발사업은 256M DRAM의 개발을 목표로 선도기술개발사업에서 추진된 과제로, 이 사업은 256M DRAM 개발이라는 가시적인 성과로 이어져 메모리 반도체 분야의 세계 시장을 선도하기 시작했다. 256M DRAM의 개발 사례는 정부 부처와 국내 기업들 모두에게 있어서 대표적인 기술적 성취로 기록되어 왔다. 정부의 간행물들은 차세대반도체 기반기술 개발사업을 선도기술개발사업 하에서 세계 최초로 256M DRAM을 개발하는 성과를 올린 사례로 서술했고, 해당 제품의 개발에 성공한 기업은 혁신 연구자들의 연구 대상이 됐다. 이를 계기로 DRAM의 개발 성공 이야기는 한국의 기술 수준이 모방에서 혁신의 단계로 전환된 범례로 여겨지게 됐고, 이러한 전환에 대한 관심은 이후 국가연구개발사업들의 계획 단계에서도 주된 고려사항으로 작용했다.

4장은 256M DRAM의 성공적인 개발 사례를 국가연구개발사업의 틀을 통해 되돌아보고자 하는 시도이다. 이는 차세대반도체 기반기술 개발사업을 통해 선도기술개발사업의 산·학·연 모형이 특정연구개발사업과 실질적으로 어떻게 다르게 작동하고 있었는지를 드러내보일 수 있을 것이다. 이에 더해 차세대반도체 기반기술 개발사업의 시행과 성공, 그리고 이에 대한 평가 과정에 대한 분석은 1990년대 중반 이후 반도체를 둘러싼 혁신에 관한 담론이 지니고 있었던 의미를 보다 명확히 보여줄 수 있을 것이다.

4.1. “국가주도, 민간주관”의 개발사업

1991년 7월 12일에 개최된 종합과학기술심의회에서 과기처가 256M DRAM 개발을 선도기술개발사업 중 첫째 전략제품기술개발사업으로 선정하고 한 달 후인 8월, 한국전자통신연구소(이하 ETRI)는 해당 사업의

추진 계획을 발표했다. DRAM에 대한 기술적인 설명으로 시작되는 ETRI의 계획서는 1996년까지 256M DRAM 시제품을 개발하는 것을 사업의 목표로 삼았다. 이에 따르면 “국가주도 최초의 공동연구개발사업으로 수행된 4M DRAM 개발 성공으로 기술도입 의존단계에서 탈피하여 자체기술개발 확보단계로 전환되었”고, 256M DRAM 개발 사업부터는 선진국들에 대해 우위를 확보하는 것이 목표였다.²³¹⁾

바로 다음 해 재벌 기업들 역시 사업 계획서를 작성했다. 삼성, 금성, 현대 등 반도체 제조업체들로 구성되고 강진구 삼성전자 사장이 이사장을 역임하고 있었던 한국반도체연구조합은 256M DRAM 개발 사업 계획을 과기처에 제출했다. ETRI의 계획서가 당시 DRAM의 기술적인 경향을 위주로 사업의 타당성과 계획을 제시했다면, 조합의 계획서는 해외 기업 및 정부의 지원 상황을 전면에 내세우며 사업의 필요성을 개진했다. 이들은 먼저 “국가주도적 공동개발 프로젝트”로서 256M DRAM의 필요성을 강조하기 위해 “선진국의 기술보호 추세 및 경제 Block화”와 같은 위기의 수사를 동원했다. 서두에서 조합은 해외 기업들로부터 기술을 도입하는 것이 점차 어려워지고 있을뿐만 아니라, 선진국들은 반도체 개발을 위해 국가적으로 막대한 예산이 투입되고 있는 상황을 서술했다. 미국은 정부가 9억 달러를 지원하고 Texas Instrument, IBM 등이 참여한 SEMATECH 프로젝트를 통해 16/64M DRAM을, 유럽은 서독의 30억 달러 지원 하에 JESSI 프로젝트에 Siemens, Philips 등이 참여하여 SRAM, DRAM, EPROM을 성공적으로 개발했고, 일본과 대만 역시 정부의 막대한 지원 하에 진행된 사업들 덕분에 참여 기업들이 VLSI와 4M DRAM을 개발할 수 있게 됐다는 것이다.²³²⁾

231) 과학기술부 과학기술정책국, “1991 G-7프로젝트 자료(3)” (국가기록원, 1992), (관리번호: DA0108901), 8.

232) 과학기술처 연구개발조정실 전자연구조정관, “G7 프로젝트 연구계획 (안)” (국가기록원, 1991), (관리번호: DA0062113), 180. 물론 ETRI의 서술에서도 SEMATECH과 같은 해외 공동개발사업에 대한 언급은 등장하지만 이들에 대한 서술의 비중이 비교적 적을 뿐만 아니라 이로 인해 개발된 기술들이 무엇이었는데 보다 초점이 맞추어져 있다.

이러한 배경 하에 조합이 제안한 “국가주도적 공동개발 프로젝트”는 한국의 “형편상 자원은 제한되어” 있으므로 몇 가지 “세밀한” 변형이 필요했다. 이들이 제시한 국가주도의 “효율적인 연구사업 추진체계”는 기존의 연구소 중심의 사업체계를 민간 기업 주도의 사업체계로 재정비하는 것을 요구했다. 따라서 256M DRAM 개발을 위한 “국가주도적 공동개발 프로젝트”는 “[한국반도체]연구조합을 중심으로 반도체 제조3사가 전분야”의 연구 기획부터 관리 및 평가에 이르기까지 모든 단계들을 관장할 필요가 있었다. 이들이 제안한 조직 구성은 한국반도체연구조합이 사업의 주관기관으로서 정부 부처와 협약을 맺고 연구비를 출연 받으면, 조합은 세부 분과들에게 연구비를 배분하는 구조였다. 조합의 세부 분과들은 소자개발 분과, 장비개발 분과, 소재 및 기초연구 분과로 구성됐고, 이들에 대한 주관기관은 각각 삼성, 현대, 금성으로 배정했다.²³³⁾ 다시 말해 조합 측이 제안한 “국가주도적 공동개발 프로젝트”란 국가가 주도적으로 연구비를 출연하고 민간 기업들이 실질적으로 연구 진행을 주관하는 체제였다.

정부는 1993년 4월에 사업에 착수하는 것을 목표로 “국가주도적”인 연구비 출연 계획과 사업의 추진 체제를 수립했다. 1992년 8월 경제기획원의 주관하에 열린 회의에서 체신부, 상공부, 과기처는 사업을 크게 기반기술 분야와 제품생산 분야로 구분한 뒤, 기반기술 분야는 정부와 민간이 동등한 비율로 공동출연하고 제품생산 분야는 민간이 부담하되 이 비용은 정부가 민간에 용자로 지원하기로 결정했다. 과기처는 출연금은 기존 특정연구개발사업비에서, 용자는 2개월 전인 6월에 설치된 과학기술진흥기금에서 확보할 예정이었고, 상공부는 공업기반기술사업비와 공업발전기금에서, 체신부는 정보통신진흥기금과 통신사업자출연금에서 각각 출연금과 용자를 확보할 계획을 세웠다.²³⁴⁾

233) 과학기술처 연구개발조정실 전자연구조정관, “G7 프로젝트 연구계획 (안)”, 187-188.

234) 과학기술부 기초연구국 원천기술개발과, “256M DRAM 추진 III” (국가기록원, 1992), (관리번호: DA0618965), 166-168.

다만 이들 부처들이 제안한 추진체계는 한국반도체연구조합의 제안과는 다소 차이가 있었다. 연구개발 내용은 크게 제품기술 개발과 기본기술 개발로 구분됐고, 제품기술의 개발은 참여 기업들이 독자적으로 수행하되 “기본기술 개발은 전자통신연구소에 연구인력을 파견하여 합동연구로 수행함을 원칙”으로 삼았다.²³⁵⁾ 그리고 제품기술 개발과 기본기술 개발을 모두 포함하는 총괄연구기관은 ETRI가 맡는 것으로 제안됐다. ETRI가 과학기술처, 상공부, 체신부, 경제기획원과 전체 사업에 대한 협약을 맺고 출연금과 융자금 지원을 받으면 이를 ETRI와 한국반도체연구조합에 배분하는 방식이었다. 이러한 내용들은 다음 해 2월 정부의 “차세대 서브미크론 기술개발사업계획(안): 256M DRAM 개발사업추진계획”에 반영됐고, 기업들과의 협의만을 남겨둔 상태였다.²³⁶⁾

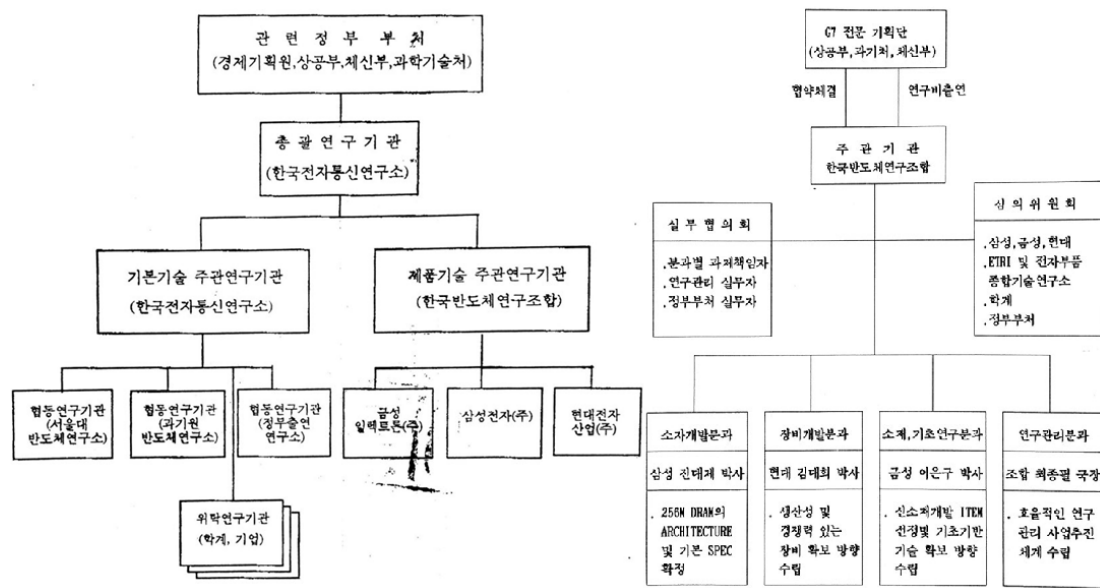


그림 4-1 ETRI(좌)와 한국반도체연구조합(우)이 제안한 256M DRAM 개발 과제 추진체계. 총괄연구기관이 각각 ETRI와 한국반도체연구조합으로 설정됐다. (출처: “G7 프로젝트 연구계획 (안)”, 187; “256M DRAM 추진 III”, 74.)

사업 착수를 두 달 앞둔 1993년 2월 11일, 과기처 및 ETRI의 실무자

235) 과학기술부 기초연구국 원천기술개발과, “256M DRAM 추진 III”, 74.

236) 과학기술부 기초연구국 원천기술개발과, “256M DRAM 추진(2)” (국가기록원, 1992), (관리번호: DA0769919), 1-39.

들과 삼성의 이윤우 연구소장, 현대의 오계환 연구소장, 금성의 천동우 연구소장이 모인 자리에서 기업 연구소장들은 정부의 계획에 크게 반발했다. 이들은 사업 제목부터 예산, 연구개발 체제에 이르기까지 거의 모든 면에서의 수정을 요청했다. 기업들은 먼저 국가연구개발사업명에서 “차세대 서브미크론”이란 표현은 기업들에 의해 이미 “0.8미크론 이하의 공정이 확보된 현시점에서 부적절”하다고 지적했다. 부제에 등장하는 “256M DRAM 개발사업”이라는 표현은 더욱 심각했다. 기업들은 굳이 사업명을 통해서 “선진국의 통상압력의 근거가 될 수 있는 특정산업분야에 대한 지원을 가시화할 필요[가] 없”기 때문에, 256M DRAM의 개발을 “표면으로 나타[내]지 않고 지원이 이루어졌으면” 좋겠다는 입장을 내놓았다. 정부출연금의 규모가 부족하고 용자 조건이 더 우호적이어야 한다는 지적도 이어졌다. 특히 삼성은 1992년 초 한국반도체연구조합이 연구계획안을 통해 “2,470억 원의 정부지원을 요청하였으나, [...] [정부의] 계획서(안)은 정부 출연금이 ETRI 기술료 사업 포함 800억 원으로 대폭 축소되어” 당초 기업 측의 연구계획에 비해 “현저히 낮”아진 정부 재원을 상향조정할 필요가 있다고 주장했다.²³⁷⁾

보다 격렬한 논쟁은 ETRI를 중심으로 한 공동연구개발 체제를 둘러싸고 일어났다. 현대는 “반도체 제조3사가 한 곳에 모여 기반기술을 개발하는 진정한 의미의 공동개발 형태는 바람직스럽다”는 의견을 제시한 반면, 금성은 “참여업체별 협동 및 분담연구를 통한 민간기업 중심의 연구수행”체제를 제안함으로써 현대에 비해 기업을 중심으로 한 분담연구의 가능성을 타진했다. 이 쟁점에서 가장 강력한 주장을 펼친 쪽은 삼성이었다. 삼성은 “반도체 사업특성상 국제적인 alliance가 증가하고 있는 현실”에서 공동개발 체제는 외국 경쟁기업이 국내 업체와 기술협력을 추진할 때 제3의 기업에 기술이 유출될 수 있는 오해를 살 수 있다며 반대했다. 지원 예산 방식 역시 “출연금을 Grant로 지원해” 줄 것을 요청하며 이것이 불가능할 경우 기업별로 과제를 분담하여 정부출연연구소가 아닌

237) 과학기술부 기초연구국 원천기술개발과, “256M DRAM 추진 III”, 10-20.

기업주도로 사업이 추진될 수 있도록 해야한다고 주장했다. 과거 DRAM 국가 연구개발사업들의 경우 시제품 발표, 보고서 작성, 진도 관리 등과 관련된 규정들로 인해 “기업측으로 볼 때 실질적인 도움이 별로 없는 상태에서 총괄기관(ETRI)의 간섭이 많았다”는 것이다. “256M DRAM을 추진함에 있어 삼성은 어떠한 형태로든지 binding 되는 것은 원치 않”는다고 분명히 밝히면서, 만약 과거처럼 정부출연연구소가 주관하는 256M DRAM 개발 사업이 착수될 경우 삼성은 “부득이하게 참여 반대입장을 표명할 수밖에 없음을 해량하여 주시기 바[란다]”며 입장 표명을 마무리했다.²³⁸⁾ 삼성이 국가연구개발사업에 참여하지 않을 수도 있다는 식의 입장을 비치자 ETRI 측도 같은 방식으로 대응했다. “ETRI는 돈을 정부를 대신해서 관리하는 식의 연구관리는 더 이상 할 의사가 없음을 분명히 밝혔”다면서, “ETRI는 256M DRAM에 대해 반도체 3사가 합의한대로 따를 것”이라고 말했다. 다시 말해 “3사가 ETRI를 원치 않는다면 ETRI는 256M DRAM사업에서 손을 떼겠다”는 것이었다.²³⁹⁾

4.2. 사업의 연기

2월 회의에서 사업의 추진체계와 관련하여 기업과 정부출연연구소 간의 이견이 극명하게 드러나자 4월 착수 계획이었던 사업은 연기가 불가피했다. ETRI는 256M DRAM 개발사업 불참을 선언했고 연구소를 관할하고 있던 체신부는 출연금 지원을 하지 않겠다고 발표했다.²⁴⁰⁾ 하지만 삼성을 비롯한 기업들의 불만 사항들은 정부 부처들 간에서도 서로 이견이 드러나면서 더욱 힘을 받았다. 경제기획원의 안병우 정책조정국장은 1993년 6월 29일 경제기획원 정해방 상공예산 담당관, 상공자원부의 이

238) 같은 글.

239) 같은 글, 19.

240) 과학기술부 기초연구국 원천기술개발과, “차세대 반도체 기반기술 개발사업(IV)” (국가기록원, 1993), (관리번호: DA0619005), 220-221.

희범 전자정보공업국장, 체신부의 노희도 통신진흥과장, 과기처의 장경철 전기전자연구조정관, 서울대 황기웅 반도체연구소장, 한국반도체산업협회 김치락 부회장, 삼성반도체 이윤우 부사장, 금성일렉트론 천동우 연구소장, 현대전자 오계환 전무를 소집하여 회의를 개최했다. 회의에서 체신부는 먼저 출연부담이 과다하다는 점을 지적하면서 체신부의 재원인 KT는 DRAM을 개발하는 사업보다는 정보통신장비에 사용되는 ASIC(application-specific integrated circuit) 기술개발에 출연하는 것이 바람직하다고 주장했다.²⁴¹⁾ 여기에 덧붙여 체신부는 “연구개발체제에 있어서 총괄연구기관은 그 동안 개발 참여로 많은 기술을 축적하고 있는 ETRI가 적절”하다고 언급했다.²⁴²⁾

이에 대해 과기처와 상공부는 모두 체신부에 대해 반대의 입장을 보였다. 과기처는 “기반기술분야는 결국 KT도 해당기술을 소요하게 되므로 KT도 참여할 수 있다”고 보았고, 총괄연구기관의 선정과 관련해서도 산업체의 연구개발 역량이 높아졌기 때문에 기업 책임하에 연구개발이 이루어질 수 있도록 민간 연구개발사업단에 맡기는 것이 바람직하다고 주장했다. 이와 유사하게 상공부는 KT의 출연 참여가 국내 기업들의 “메모리 분야 기술의 정상 유지를 위하여 정부의 가용재원을 되도록 많이 지원해야 할 필요”가 있기 때문에 필수적이라고 주장했다. 여기에 더해 상공부는 총괄연구기관을 ETRI가 맡는 문제와 관련해서 보다 직설적으로 비판을 가했다. 상공부는 과거 4M DRAM을 개발하는 과정에서 “ETRI가 별로 기업체의 개발에 기여한 바 없이 총 개발비의 20%를 사용하여 결국 기업체의 부담만 가중시켰다”고 비판하면서 “업계주도하에 개발이 되도록 하는 것이 바람직”하다는 입장을 견지했다.

241) 주문형(custom) 반도체라고도 불리는 ASIC은 주로 통신 기기에 사용되는 소자로, 표준형(standard) 반도체에 해당하는 DRAM과 달리 반도체 생산업체가 특정한 주문에 맞추어 상품을 생산하기 때문에 고도의 설계 기술을 요구한다는 특징이 있다. 이러한 이유로 ASIC은 대량으로 DRAM의 단일품종 대량 생산 체제와는 다르게 소량 다품종 생산 체제를 따르며, DRAM에 비해 설계 난이도가 높고 긴 공정 시간으로 인해 납기 기간이 길다는 특징이 있다.

242) 같은 글, 300-311.

정부 부처들의 이견 속에서 현대전자 측은 “ETRI의 관리능력을 인정하며, ETRI의 관리에 동의”한다는 입장을 보였지만, 금성과 삼성은 체신부의 입장에 반대했다. 금성 측은 4M DRAM을 개발하면서도 ETRI와 의미있는 접촉이 없었다고 지적하면서, “ETRI는 단지 자금관리에 많은 인력과 비용을 소모”했다고 비판했다. 삼성 측은 현재 정부에서 출연하기로 한 연구개발비가 과소 책정되어 있다며 KT의 출연 참여가 필요하다고 주장했고, 4M DRAM 개발에 대해서도 금성의 입장과 마찬가지로 ETRI가 “기업에는 별 도움이 되지 못하였”다고 비판했다. 반도체산업협회 역시 “ASIC 기술은 메모리가 발전해야 가능”하다는 논리를 내세우며 KT의 출연 참여를 권장하면서 총괄연구기관은 민간주도로 구성할 것을 주장했다.²⁴³⁾

이와 같이 부처간 이견이 표출된 가운데 경제기획원은 “모든 의견을 들었으며 회의내용을 토대로 결론”을 내리기를, “연구체제는 민간주도로 전환하자는 것이 중론이므로 민간주도로 추진키로”하며, 체신부가 지원의 어려움을 설명하였으나 “정부의 예산 사정이 문제”이므로 가능한 한 본래의 안대로 “출연토록 노력해주길 바[란]”다고 회의를 마무리했다. 하지만 이에 대해 체신부는 본래의 입장을 재차 강조했다. 체신부의 DRAM 개발 사업에 대한 출연은 무리이고 특히 KT 지분으로 사기업의 개발 사업을 지원하는 것은 특정 기업에 대한 특혜가 되므로 재검토가 필요하다고 강조했다. 결국 경제기획원은 세부 재원 마련방안은 과기처 주관으로 부처 과장간 회의를 통해 결정하고 이를 토대로 부처 국장회의를 다시 개최하기로 하고 회의를 정리해야 했다.²⁴⁴⁾

약 일주일 후인 7월 6일 ETRI는 “차세대 반도체 기반기술 개발사업 관련 ETRI의 입장”이라는 건의서를 작성했다. 건의서는 도입부의 “현황 및 문제점”에서 “반도체 3사(금성, 삼성, 현대) 중 일부 기업이 [...] 민간

243) 이 외에 서울대 반도체연구소장은 체신부의 출연 참여를 권장하고, “ETRI의 경험과 노하우를 활용할 필요가 있”다는 입장이었다. 같은 글, 300-311쪽.

244) 같은 글, 304-305.

주도라는 명분을 내세워 ETRI를 총괄연구기관에서 배제시키고자 하고 있”고, “이윤을 추구하는 기업의 속성상, 본 사업이 기업주도가 될 경우 제품기술개발에 주력하게 되어, 현재 문제점으로 안고 있는 원천, 기초/기반기술 확보에 어려움이 있을 것으로 우려”된다고 지적했다. 이후 ETRI는 4M DRAM 개발사업 등에서 연구관리비가 과다하게 지출됐다는 지적에 대해 적극적으로 해명했다. 연구관리비의 대부분은 행정관리비가 아닌 기술관리비가 차지하고 있는데, “관리비용이 과다하다고 하는 지적은 ETRI의 기술관리(경쟁체제 구축을 위한 철저한 기술평가와 기술 교류를 위한 기술문서의 확산, 검증, 분석 등) 내용을 무시한 채 일반적인 과제관리 방식 정도로 간과하였기 때문”이라는 것이다.²⁴⁵⁾

ETRI에 따르면 차세대 반도체 개발 사업은 관주도 체제에서 민간주도 체제로의 전환이 아니라, 오히려 반대 방향으로의 전환이 요구되는 사업이었다. 기업들이 256M DRAM 개발사업부터 “민간주도의 기술개발 체계로 전환하기를 희망하고 있으나,” 4M DRAM 개발사업부터 “이미 연구비 사용규모(기업이 총 연구비의 93.2% 사용) 측면이나 연구내용 및 목표 선정 절차 등을 고려할 때, 총괄연구기관(ETRI)의 형식적 형태에 무관하게 실질적으로 민간주도 형태로 이루어져 왔”다는 것이다. 이에 비해 차세대 반도체 개발사업은 “기반기술개발에 역점을 두고 있는 만큼 속성상 단기적 개발이익에 중점을 두는 기업보다는 출연(연) 및 학계의 참여 비중을 높여 가는 것이 바람직”했다.²⁴⁶⁾

차세대 반도체 개발 사업의 목표 역시 DRAM이 아닌 ASIC으로 변경될 필요가 있었다. DRAM 시장에서 국내 기업들은 이미 “자력으로 일본과 경쟁할 수 있는 상태”인 반면, “국내의 메모리 제품에 편중된 산업구조 개편이 시급한 실정”을 고려할 때 정보통신 장비의 핵심기술인 ASIC 개발을 지원해야 한다는 것이다. 이어서 건의서는 ASIC이 메모리 생산

245) 과학기술부 기초연구국 원천기술개발과, “차세대 반도체 기반기술개발사업(V)” (국가기록원, 1993), (관리번호: DA0619004), 16-21.

246) 같은 글, 22-23.

시설을 활용해서 개발할 수 있다는 주장도 반박했다. 이들은 시장 구조상 소량다품종 생산 체제인 ASIC과 대량생산 체제인 DRAM은 근본적으로 다른 산업이며, 기술적으로도 현재 ASIC과 DRAM의 최소 선폭이 약 0.7um으로 비슷할 정도로 수준 차이가 거의 없기 때문에 DRAM 사업으로 개발된 기술을 활용하는 것은 불가능했다.²⁴⁷⁾

ETRI의 건의서는 말미에 “참여기업 대표의견서”도 첨부했다. 하지만 금성, 현대, 삼성 측의 연구책임자 또는 사장의 이름으로 제출된 의견서들은 그간 ETRI 주관의 공동개발사업에 대한 평가에서 온도 차이를 보였다. 공동개발사업을 가장 적극적으로 옹호한 기업은 현대였다. 이들에 따르면 “동 사업의 첫 번째 결실인 4M DRAM을 성공적으로 개발함으로써 반도체 제조3사 공히 Sub-Micron급 양산기술을 확보하여 반도체 산업에서 선진대열로 진입하는 계기”가 되었고, 이후 16M, 64M DRAM 개발을 통해 “당사가 선도적 역할을 수행할 위치로 도약하는 기초를 마련”했다. 금성은 단 한 번 등장하는 “공동개발사업을 통하여”라는 표현 외에 자사 내에서 개발하고 있는 세부적인 공정 기술들을 나열했다. 하지만 삼성은 “본 공동개발사업을 수행하면서 보여왔던 그간의 정부 각 부처의 후원과 ETRI의 적극적인 지원에 대해 다시 한 번 감사”드린다면서 기업들 중에서는 유일하게 ETRI의 입장과 배치되는 건의사항을 전달했다. 초기 사업화 과정에서 참여 기업의 부담을 경감시키기 위해 기술료 상환에 따른 혜택을 부여하거나, 기술개발 목표를 조기에 달성할 경우 인센티브를 제공하고, 지원자금을 그랜트 형태로 지원할 것을 다시 한 번 건의한 것이다.²⁴⁸⁾

정부부처인 과기처와 상공부가 업계와 같은 입장을 견지하면서 여론은 점차 체신부에 불리하게 조성됐다. 사업의 착수가 예정보다 늦어지게 되면서 언론들은 “연구사업단 중심 운영 놓고 알력심화”, “부처간 이견 무산 위기”, “첨단국책과제 체신부참여 필수”라는 제목으로 비판적인 기사

247) 같은 글, 24-25.

248) 같은 글, 43-45.

들을 쏟아냈다. 이러한 기사들은 반도체 개발사업을 둘러싼 부처간의 갈등 상황을 배경으로 설명하면서도 다음과 같이 과기처와 상공부의 입장에서 그 비판의 대상을 체신부로 설정하고 있었다.

이에 따라 관련 부처에서는 치열한 국가경쟁에서 주도권을 확보하고 세계적 경쟁력을 확보한 유일한 수출주도 상품으로서 선도효과가 큰 대다 전자산업 전반에 걸친 파급효과가 지대하다는 점을 들어 메모리 분야에 대한 정부 차원의 지원이 계속돼야 한다고 강조, 체신부가 부처이기주의에서 탈피해 차세대 반도체 기반기술 개발사업에 적극 동참해 줄 것을 강력히 촉구하고 있는 것으로 알려졌다.²⁴⁹⁾

결국 1993년 8월 27일 경제기획원 장관의 주재 하에 모든 정부부처 장관과 한국은행 총재 등이 배석한 경제장관회의에서 기업들의 의견이 상당 부분 반영된 “차세대반도체기반기술개발사업계획안”이 의결됐다. 해당 계획안은 연구 분야별 주관기관은 “차세대반도체 연구개발사업단”을 구성하여 이들이 선정하되 선행기초기술 분야는 ETRI가 담당하기로 결정했다. 다시 사업에 참여하는 것으로 입장을 선회한 체신부는 이와 관련하여 “256M DRAM부터는 민간이 해야한다고 결정한 바 있어 체신부는 참여 안하려고 했”으나, “아직까지는 256M DRAM까지는 정부가 참여해야 일본에 대해 경쟁력을 갖출 것이라” 보고 “차세대반도체 기반기술(선행기초기술)에만 참여하려고 한 것”이라는 입장을 밝혔다.²⁵⁰⁾

회의자료로 제출된 정부의 8월 계획안은 1년 전 한국반도체연구조합이 제출했던 계획안과 유사하게 미국과 유럽의 SEMATECH(1989-1993), JESSI(1989-1996) 프로젝트들에 투입된 정부의 막대한 지원 비용들을 강조했다. 사업의 제목은 정부의 기존 계획안에서 “서브미크론”, “256M

249) 전자신문, “초고집적반도체 기반기술 개발사업 부처간 이견 무산 위기”, (1993.7.23).

250) 과학기술부 기초연구국 원천기술개발과, “차세대 반도체 기본계획(2-2)” (국가 기록원, 1993), (관리번호: DA0619007), 151-152.

DRAM”과 같은 표현들이 삭제된 채 제품개발사업이 아닌 “차세대반도체 기반기술개발사업”으로 결정됐다. 총 연구사업비는 1,954억 원으로, 이 중에서 정부가 914억 원을, 민간이 1,040억 원을 부담하기로 했다. 사업의 연구개발체제는 정부출연연구소에 의한 관리가 아닌 “민간주도의 『차세대 반도체 연구개발사업단』을 구성하여 자율적으로 운영토록”했다. 사업은 크게 단위공정, 재료기술, 장비기술, 선행기초로 구분됐고, 총 1,954억 원의 사업비 중 약 75%에 해당하는 연구비를 단위공정 분야에 투입하기로 했다. ETRI가 주관하기로 한 선행기초 분야에는 전체 예산 중 약 7%의 연구비가 배정됐고, 나머지 단위공정, 재료기술, 장비기술 분야는 모두 한국반도체연구조합의 주관하에 사업비 중 약 93%의 연구비를 할당받았다.²⁵¹⁾

사실상 사업 운영에 관한 전권을 갖게 된 연구개발사업단도 곧바로 구성됐다. 개발사업단은 단장 1인을 포함한 당연직위원과 위촉위원으로 구성됐고, 위원은 10인 이하로 했다. 당연직 위원은 아래와 같이 서울대 반도체 공동연구소장, STEPI/KIST 전자부문 전문위원, ETRI 반도체 연구단장, 한국반도체산업협회 상근부회장, 금성일렉트론(주) 연구소장, 삼성전자(주) 연구소장, 현대전자산업(주) 연구소장으로 조직됐다.²⁵²⁾

구분	성명	소속 및 직위
단장	황기웅	서울대 반도체공동연구소 소장
산업계	이윤우	삼성전자(주) 반도체연구소장
	오계환	현대전자산업(주) 반도체연구소장
	천동우	금성일렉트론(주) 반도체연구소장

251) 같은 글, 154-160.

252) 과학기술부 기초연구국 원천기술개발과, “차세대 반도체 기반기술개발사업 연구개발사업단 회의(2-1)”, (국가기록원, 1994), (관리번호: DA0619091), 75.

구분	성명	소속 및 직위
정출연	김치락	한국반도체산업협회 상근부회장
	강광남	STEPI/KIST 전문위원
	박신종	ETRI 반도체연구단장
학계	이귀로	KAIST 교수
간사	최종필	한국반도체연구조합 사무국장
계	9 명	

표 4-1 256M DRAM 개발 과제 사업단 위원 명단 (“차세대 반도체 기반기술개발사업 연구개발사업단 회의 (2-1), 65쪽)

1980년대 과기처 주관으로 시행되어왔던 특정연구개발사업과는 달리 상공부, 체신부 등과 같은 기타 부처들도 참여하는 선도기술개발사업의 특성상 사업의 처리규정 역시 개정될 필요가 있었다. 사업단은 9월 24일부터 10월 14일까지 총 3회에 걸쳐 사업단 회의를 개최하고 과기처의 특정연구개발사업 처리규정, 상공부의 공업기반기술개발사업 운용요령, 체신부의 전기통신기본법 및 동법 시행령을 참조하여 통일된 지침들을 마련했다. 이들은 운영지침에서 사업단의 사무국은 한국반도체연구조합에 설치하고 “총괄연구기관”, “주관연구기관”등의 용어들과 각종 위원회에 대한 정의와 각각의 역할을 부여했다. 이에 따르면 총괄연구기관은 “사업 참여기관의 연구사업 수행을 전반적으로 조정, 통제 및 관리하는 기관”으로 사업단을 의미했고, “주관연구기관”은 단위공정, 재료, 장비, 선행기초 네 개 분야의 연구개발을 주관하는 기관으로, 이는 삼성, 현대, 금성, ETRI에 해당했다.²⁵³⁾

이는 사실상 사업에 참여한 민간 기업들이 자체적으로 사업을 계획하고 관리 및 평가하는 체제와 다름없었다. 사업단은 자체적으로 사업의 계획, 진도 관리, 평가에 관한 사항들을 사업단 위원회, 기술협의회, 연구관리 실무협의회 평가위원회 등을 구성하여 협의하기로 했다. 과제별 연

²⁵³⁾ 같은 글, 179-201.

구책임자가 추천한 자로 구성된 기술협의회는 사업의 계획 및 진도 관리
를, 주관연구기관의 연구책임자로 구성된 연구관리 실무협의회는 각종
지침 및 실적 보고에 관한 사항을, 사업단과 주관연구기관이 구성한 평
가위원회는 사업 결과물에 대한 검증 및 평가 작업을 담당하기로 했
다.²⁵⁴⁾ 사업의 계획 작업은 한국반도체연구조합이 제안했던 계획안과 같
은 방식으로 이루어졌다. 계획안에서 소자개발분과, 소재연구분과, 장비
개발분과를 각각 삼성, 금성, 현대가 주관하고자 했던 것과 마찬가지로,
사업의 계획 역시 단위공정기술, 재료기술, 장비기술 분야를 각각 삼성,
금성, 현대가 주관하여 계획을 마련했다. 이들은 각각이 맡은 분과에 대
한 연구계획서를 작성한 뒤, 계획서에 기반하여 두 차례의 사업단 회의
를 거쳐 아래와 같은 과제별, 연도별 연구개발비 내역을 확정했다.

(단위: 억 원)

구 분			1차년도			2차년도			3차년도			4차년도			합 계		
중 과 제	소과제	주관 기관	출 연 금	기 업 부 담	계	출 연 금	기 업 부 담	계	출 연 금	기 업 부 담	계	출 연 금	기 업 부 담	계	출 연 금	기 업 부 담	계
단 위 공 정	유전체	삼성	17	46	63	21	39	60	32	31	63	33	27	60	103	143	246
	interconne ction & planarizati on	금성	18	50	68	23	42	65	33	32	65	35	29	64	109	153	262
	접합 및 분리	현대	18	50	68	23	42	65	33	32	65	34	28	62	108	152	260
	patterning	삼성, 현대, 금성	38	104	142	62	120	182	105	101	206	118	103	221	323	428	751

254) 과학기술부 기초연구국 원천기술개발과, “차세대 반도체 기반기술개발사업 연
구개발사업단 회의(2-2)” (국가기록원, 1994), (관리번호: DA0619092), 179-201.

구 분			1차년도			2차년도			3차년도			4차년도			합 계		
종 과 제	소과제	주관 기관	출 연 금	기 업 부 담	계	출 연 금	기 업 부 담	계	출 연 금	기 업 부 담	계	출 연 금	기 업 부 담	계	출 연 금	기 업 부 담	계
	소계		91	250	341	129	243	372	203	196	399	220	187	407	643	876	1,519
재 료 기 술	wafer 소재	실트 론	2	3	5	3	5	8	3	6	9	4	8	12	12	22	34
	resist 소재	동진, 제일 모직	1	2	3	1	2	3	2	3	5	2	3	5	6	10	16
	package	고려 화학	2	3	5	2	3	5	3	6	9	3	5	8	10	17	27
	소계		5	8	13	6	10	16	8	15	23	9	16	25	28	49	77
장 비 기 술	sputter	삼성	2	3	5	3	4	7	5	7	12	5	8	13	15	22	37
	track	삼성	2	3	5	2	3	5	3	4	7	4	7	11	11	17	28
	wet station	금성	2	3	5	3	4	7	4	6	10	4	6	10	13	19	32
	CVD	금성	2	3	5	3	4	7	4	6	10	4	6	10	13	19	32
	vertical furnace	현대	1	2	3	2	3	5	2	3	5	3	3	6	8	11	19
	ECR etcher	현대	3	5	8	4	6	10	6	9	15	5	7	12	18	27	45
	소계		12	19	31	17	24	41	24	35	59	25	37	62	78	115	193
선 행 기 초	소자기술 연구	ETRI	4	0	4	4	0	4	5	0	5	4	0	4	17	0	17
	0.1 μ m 미세패턴 형성과 변형마스 크	ETRI	10	0	10	10	0	10	12	0	12	10	0	10	42	0	42
	단위공정 과 측정분석	ETRI	26	0	26	26	0	26	28	0	28	26	0	26	106	0	106

구 분			1차년도			2차년도			3차년도			4차년도			합 계		
중과제	소과제	주관기관	출연금	기업부담	계	출연금	기업부담	계	출연금	기업부담	계	출연금	기업부담	계	출연금	기업부담	계
	소계		40	0	40	40	0	40	45	0	45	40	0	40	165	0	165
	합 계		148	277	425	192	277	469	280	246	526	294	240	534	914	1,040	1,954

표 4-2 256M DRAM 개발 과제 연도별 연구개발비 (출처: “차세대 반도체 기반 기술개발사업 연구개발사업단 회의(2-2)”, 172. 주관기관 정보: “차세대반도체 기반 기술개발사업”, 64, 80, 92)

위의 연구개발비 내역에서 가장 두드러지는 점은 총 연구비를 기준으로 약 78%가 단위공정 기술의 개발에 투입된다는 점이다. 전체 정부출연금 중에서는 약 70%, 기업 부담금 중에서는 약 84%가 단위공정 기술 분야에 배정됐다. 단위공정 기술 분야 중에서도 patterning 기술 개발은 세 기업이 개별적으로 연구를 추진하는 것으로 결정됨으로써, 다른 중과제들에 비해 약 세 배의 연구비가 투입됐다. 이렇게 투입된 예산은 대부분 각 과제들을 주관하는 기업들이 기자재를 구입하거나 시작품을 제작하는 비용을 사용될 계획이었다. 이들의 1차 년도 소요명세표에 의하면, 단위공정 분야에 투입된 전체 연구비 중 약 48%가 연구 기자재 및 설비로 지출됐고, 약 34%가 시작품 제작비로 지출될 예정이었다.²⁵⁵⁾

4.3. 사업의 착수

1993년 11월, 비로소 과기처, 상공부, 체신부와 사업단 간의 1차 년도 연구협약이 체결됐다. 이들 간의 총괄협약서는 이 사업에 참여한 정부 부처들과 기업들이 어느 정도의 규모와 어떤 형태로 사업에 투자를 했는

255) 과학기술부 기초연구국 원천기술개발과, “차세대반도체 기반기술개발사업” (국가기록원, 1993), (관리번호: DA0618989), 65.

지에 대한 전체적인 윤곽을 보여준다. 이에 따르면 정부가 1년 차에 출연하기로 한 100억 원 중 70억 원을 과기처가 부담하고, 20억 원과 10억 원은 각각 상공부와 체신부가 부담하기로 했다. 과기처는 여기에 더해 4M DRAM 개발로 인한 기술료를 재투자했는데 이로 인해 사실상 총 118억 원을 투자하게 됐다. 기업들이 첫 해에 부담하기로 한 연구비 총액인 277억 원 중에서는 약 220억 원이 현물로, 약 57억 원이 현금의 형태로 투자됐다.

구분		연구개발비 (단위: 만 원)
정부출연	과학기술처	700,000
	상공자원부	200,000
	체신부	100,000
	소계	1,000,000
4M DRAM 기술료 재투자 (과기처)		480,000
기업	현금	575,088
	현물	2,194,912
	소계	2,770,000
총 계		4,250,000

표 4-3 256M DRAM 개발 과제 1차년도 협약연구개발비 (“차세대반도체 기반기술개발사업”, 5)

기업연구소들은 각 과제들의 주관기관으로서 해당 과제의 범주 하에서 보다 세부적인 위탁 과제들을 공모하고, 선정된 기관들에 대해 평가를 거쳐 연구비를 배분할 수 있는 권한이 주어졌다. 전국의 대학 연구소들은 기업들의 위탁 과제들에 응모하여 선정될 경우 기업들로부터 연구비를 지원받을 수 있었고, 연구 수행 기간 동안에는 기업에 보고서를 제출하며 평가를 받았다. 1993년 11월 19일, 사업단은 전국의 대학과 출연연구소를 대상으로 차세대반도체 기반기술개발사업의 세부과제들을 공모했고, 그 결과 위탁 연구 계약이 체결되어 4년 후인 1998년 11월까지 256M DRAM을 개발하는 것을 목표로 사업이 개시됐다.

분류	과제명	수행 기관	위탁 기관
유전체	LSCVD를 통한 강유전체 개발	KAIST	삼 성
	유전체 박막의 개발	서울대	삼 성
	RuO ₂ 계 산화물 전극을 이용한 SrTiO ₃ , Ba _a Sr _{1-a} TiO ₃ 강유전체 박막 제조	한양대	삼 성
	High Dielectric 박막기술	KAIST	ETRI
	High Dielectric 박막기술	서울대	ETRI
interconnection & planarization	Cu CVD	KAIST	금 성
	Cu CVD	연세대	금 성
	초고집적소자 제조를 위한 LPCVD 알루미늄에 관한 연구	서울대	금 성
	Al CVD와 TiN CVD의 반응 메커니즘 연구	포항공대	금 성
	CMP 공정용 Slurry 개발	영남대	금 성
	Cu MOCVD Mechanism 연구	KIST	ETRI
	Cu MOCVD Mechanism 연구	서울대	ETRI
	Al/TiN MOCVD Mechanism 연구	KAIST	ETRI
	Cu Etching Mechanism 연구	KAIST	ETRI
접합/분리	Isolation 공정 중에 발생하는 격자 결함 상태 관측 및 결함 제거 기술 연구	성균관대	현 대
	고에너지 이온 주입시 발생하는 격자 결함 상태 관측 및 결함 제거 기술 연구	홍익대	현 대
	Solid Phase Epitaxy 효과를 이용한 Ultra Shallow Junction 형성 연구	항공대	현 대
	Solid Phase Epitaxy 효과를 이용한 Ultra Shallow Junction 형성 연구	포항공대	현 대
	Solid Phase Epitaxy 효과를 이용한 Ultra Shallow Junction 형성 연구	홍익대	현 대
patterning	E-Beam Lithography	서울대	삼 성

분류	과제명	수행 기관	위탁 기관
	Lithography의 Simulation을 위한 S/W 개발	인하대	금 성
	DUV용 화학증폭형 레지스트 합성 및 응용연구	KAIST	현 대
	광 리소그래피 모델링 및 시뮬레이션	한양대	ETRI
	E-Beam 근접 효과 보정 모델링 및 시뮬레이션	서울대	ETRI
	X-ray 리소그래피 모델링 및 시뮬레이션	KAIST	ETRI
	신물질(Pt) Etch 반응 Mechanism 연구	인하대	삼 성
	Etch Simulation S/W 개발	서울대	금 성
	High Density Plasma Source를 사용한 Etching 특성 연구	서울대	현 대
기타과제	0.1 μ m MOS 소자 제작 및 시뮬레이터 개발	서울대	ETRI
	Plasma etcher 모델링 및 시뮬레이션	KAIST	ETRI
	Plasma etcher 모델링 및 시뮬레이션	포항공대	ETRI
	Plasma etcher 모델링 및 시뮬레이션	서울대	ETRI
	Dry Etcher 기술 개발	우리진공	ETRI
	VPC 장비 개발	K.C.Tech	ETRI
	Low Dielectric CVD 제작 기술	제인테크	ETRI
	Metal-MOCVD 제작 기술	아펙스	ETRI
계	36개		

표 4-4 256M DRAM 개발 위탁과제 목록 (출처: “256MDRAM기본계획사본(중요서류)”, 2-3)

위의 표에서도 확인할 수 있듯이 세부과제들의 위탁 연구 계약 방식은 1980년대 특정연구개발사업과는 다른 선도기술개발사업의 성격을 보여준다. 연구과제들의 주관기관들은 더 이상 정부출연연구소가 아닌 재벌 기업들이었고, 이들은 몇몇 연구 과제들을 전국 대학의 연구실에 위탁하고 관리했다.²⁵⁶⁾ 대부분의 위탁 과제들은 삼성의 계획 하에 삼성, 금성, 현

256) 과학기술부 기초연구국 원천기술개발과, “차세대 반도체 기반기술개발사업 연구개발사업단 회의(2-1)”, 28.

대가 주관했던 단위 공정 분야의 하부 과제들이었고, ETRI가 주관한 선행기초연구 분야도 일부 위탁 관리됐다. 1980년대에 마련된 협약체제를 기반으로 삼성, 현대, 금성을 비롯한 기업 인사들로 구성된 사업단의 전체적인 계획 하에 대학에 연구 과제들을 공모하면, 선정된 대학 연구실들은 해당 사업단으로부터 연구비를 받으며 관리를 받는 체계였다.

이와 같은 위탁 과제들의 경로를 통해 차세대 반도체 개발사업비는 대학의 연구비로도 활용될 수 있었지만, 전체 사업비에 비해서는 미미한 비율이었다. 이는 위탁 과제들을 포함하여 모든 세부과제들을 연구 수행 기관 별로 정리하여 기관별로 배정된 과제 수와 연구비를 재구성함으로써 보다 명확하게 확인할 수 있다. 전체 차세대 반도체 개발사업을 구성하는 전체 63개의 소과제들 중에서 기업부설연구소에는 총 20개의 과제가, 전국 대학에는 29개의 과제가, 정부출연연구소에는 13개의 과제가 배분됐다. 하지만 연구비를 기준으로 기관별 격차는 매우 극심해진다. 삼성, 금성, 현대는 전체 사업비에서 각각 약 28%를 배분받아 세 기업에 총 84% 연구비가 할당된 반면, 2.2%의 연구비를 배분받은 서울대를 포함하여 전국의 모든 대학은 총 3.52%의 연구비를 배정받았다.²⁵⁷⁾

구분	연구 기관	과제 수	연구비 (백만 원)	구성비
정부출연 연구기관	KAIST	8	895.0	2.1 %
	KIST	1	200.0	0.4 %
	STEPI	1	70.0	0.16%
	전자통신연구소	3	1,623.0	3.8 %
	소계	13	2,788.0	6.6 %
기업부설 연구소	삼성전자	4	12,065.9	28.3 %
	금성일렉트로닉스	4	12,065.0	28.3 %

257) 과학기술부 기초연구국 원천기술개발과, “94 차세대 반도체 추진 (2-1)” (국가 기록원, 1994), (관리번호: DA0619086), 146.

구분	연구 기관	과제 수	연구비 (백만 원)	구성비
	현대전자	4	12,071.0	28.4 %
	제일모직/동진화성	1	250.0	0.6 %
	(주)실트론	1	500.0	1.2 %
	고려화학	1	250.0	0.6 %
	동우반도체	1	250.0	0.6 %
	우리전공(주)	1	70.0	0.16%
	케이씨테크	1	200.0	0.4 %
	제인테크	1	200.0	0.4 %
	아팩스	1	210.0	0.5 %
	소계	20	38,181.9	89.8%
대학	서울대	10	950.0	2.2 %
	한양대	2	100.0	0.2 %
	포항공대	3	120.0	0.3 %
	연세대	1	50.0	0.11%
	영남대	1	20.0	0.04%
	인하대	2	80.1	0.18%
	성균관대	1	30.0	0.07%
	영남대	1	30.0	0.07%
	홍익대	2	60.0	0.15%
	건국대	1	30.0	0.07%
	항공대	1	30.0	0.07%
	소계	29	1,500.1	3.52%
기타	반도체연구조합	1	30.0	0.07%
총계	30개 연구기관	63	42,500.0	100%

표 4-5 1차년도 협약 연구비 배분내역 (자료: “94 차세대 반도체 추진 (2-1)”, 146.)

비록 전체 사업비에서 작은 비율이기 하지만, 이와 같이 선도기술개발

사업을 통해 국가연구개발사업의 위탁 연구협약을 기업과 맞는 방식은 기존 대학의 입장에서 연구비의 대폭적인 증가뿐만 아니라 예산의 구조적인 변화도 가져왔다. 선도기술개발사업의 시행으로 인해 학술진흥재단의 예산이 과학기술진흥기금으로 통합되고 사업의 세부과제들이 위탁의 형태로 기업을 거쳐 대학에 다시 배분되면서, 선도기술개발사업은 대학이 정부나 기업과 같은 외부 재원과 연결된 최대 규모의 연구비 지원 창구로 변모했다. 1991년 과학기술처는 정부출연금과 기업부담금을 합하여 대학에 약 103억 원의 연구비를 기초과학지원사업을 통해 지원하고 있었으나 1993년 선도기술개발사업을 통해 과기처는 기존의 일곱 배에 해당하는 약 705억 원의 예산을 지원하게 됐다. 이로 인해 과기처가 대학에 연구비를 지원하는 모든 사업들 중 선도기술개발사업이 96%를 넘는 비율을 차지하게 됨으로써, 이전까지 대학의 연구비를 지원하는 데 가장 주요한 역할을 수행해오던 기초과학지원사업을 실질적으로 대체하게 됐다.²⁵⁸⁾

이처럼 민간이 주도하고 부수적으로 대학의 연구비가 증가하는 선도기술개발사업의 특징은 12월 9일 차세대 반도체 기반기술 개발사업단이 현판식을 거행하면서 배포한 보도자료를 통해서 다시 한 번 강조됐다.

과거에는 정부출연연구소(한국전자통신연구소)를 정점으로 하여 산·학·연이 참여하는 연구체제를 운영하여 왔으나, 차세대반도체 연구개발사업에서는 신경제의 운영철학에 맞게끔 전적으로 민간주도의 추진체제를 채택하여 [...] 이 체제의 장점은 연구의 기획에서부터 추진에 이르는 전 과정을 민간기업이 자율성과 책임의식을 가지고 능동적으로 추진해 나갈 수 있다는 점이다.

(중략)

반도체산업계에서 대학을 연구개발의 동반자와 우수 인력의 공급원으로

258) 과학기술부, 『특정연구개발사업 연구성과』, 56. 1993년 당시 진행되고 있었던 선도기술개발사업의 과제의 수는 차세대 반도체 기반기술개발사업을 포함하여 총 11개이다. 과학기술부, 『특정연구개발사업 20년사』, 157.

서 재인식한 점이다. 즉, 16/64M DRAM의 경우에는 4년 동안 대학과 출연연구소 등에 20억 원의 연구비를 배정했으나 금번 연구사업에서는 100억 원의 연구비를 배정하게 되어 대학이 명목상으로 참여하는 것이 아니라 책임을 지고 실질적으로 연구사업에 참여케 한 점이다.²⁵⁹⁾

이처럼 256M DRAM 개발 과제가 착수되기까지의 과정은 그 자체로 1980년대 특정연구개발사업의 시행을 통해 확립된 무기개발체제 위에 상품개발체제를 결합시키고자 한 시도였다. 선도기술개발사업은 특정연구개발사업의 연구협약 체계를 그대로 따랐고, 개별적인 과제들에 대한 계획 과정에서도 4M DRAM 개발과제에서 사용됐던 PERT를 사용했다. 하지만 계획 과정에서부터 민간 기업 인사들의 영향력 하에 있었던 선도기술개발사업은 그러한 협약 체계를 통한 전국가적 동원이 DRAM과 같은 특정 대기업의 상품 개발을 위해 작동할 수 있도록 설계됐다. 이는 통계적으로 정부와 기업 모두가 대학에 대한 연구비를 획기적으로 증대시키는 모습으로 나타났다. 선도기술개발사업의 계획에 참여했던 혁신연구가들의 의도대로 연구개발 활동의 최종수요자인 기업과 기초 연구의 산실이라 일컬어지는 대학 간의 연결이 선도기술개발사업으로 인해 공고해진 셈이다.

4.4. 뜻밖의 조기 성공

차세대 반도체 기반기술 개발사업이 착수된 지 반 년이 채 안 된 1994년 4월 26일, 국내에서 256M DRAM이 개발되었다는 소식이 한 일간지에 실렸다. 삼성전자가 일본 기업들에 이어 256M DRAM의 칩 제작에 성공했고, 이는 다가오는 6월 미국 하와이에서 개최되는 국제반도체학술

259) 과학기술부 기초연구국 원천기술개발과, “차세대 반도체 기반기술개발사업 연구개발사업단 회의(2-1)”, 25-29. 참고로 1차 년도에 정부출연연구소와 대학에 배정된 연구비는 표에서도 확인할 수 있듯이 약 42억 원이다.

회의인 VLSI 심포지엄에 발표할 예정이라는 것이다. 기사는 삼성전자의 256M DRAM 개발 성공이 “실제 양산가능한 제품에 가장 가까운 회로를 탑재했다는 점에 의의가 있다”는 황창규 당시 이사의 인터뷰도 실고 있었다. 이를 바탕으로 기자는 삼성전자의 경우 일본 기업들과 달리 이미 활용되고 있는 64M DRAM의 기술을 바탕으로 하고 있어서 제품화에 가장 근접해 있다는 해설을 덧붙였다.²⁶⁰⁾

언론 보도를 통해 256M DRAM의 개발 소식을 접하게 된 과기처는 바로 다음 날 보도 내용에 대한 확인 작업에 돌입했다. 삼성 홍보실은 과기처에 해당 기사가 “추측기사화 한 것”에 불과한 “오보”라는 입장을 각 언론에 밝혔다. 한국반도체연구조합 역시 삼성의 입장을 과기처에 전달했다. 1994년 6월 하와이에서 개최되는 VLSI 심포지엄에 삼성이 제출한 논문 중 DRAM과 관련된 두 논문과 ROM과 관련된 논문 한 편이 채택되었는데 이 사실이 일본의 관련 저널에 실렸고, 이에 기반해서 국내 한 언론이 추측기사화 했다는 것이다.²⁶¹⁾

삼성 DRAM 개발 소식이 오보인 것으로 일단락되고, 7월 사업단은 “각 참여연구기관 간의 각종 기술정보 상호교류”, “연구개발 진행현황 발표를 통한 진도관리”를 목적으로 기술교류회를 개최했다. 이는 1986년 4M DRAM 개발사업을 주관하던 ETRI가 공동개발사업 참여 기관들 간의 교류를 촉진시키기 위해 도입한 것으로, 각 과제들을 수행한 기업의 연구자들이 한 공간에 모여 연구 결과를 발표하는 자리였다.²⁶²⁾ 차세대 반도체 기반기술 개발사업의 제1회 기술교류회는 이틀 동안 한 곳에 모여 각 세부과제의 연구책임자들이 발표를 하고, 정부부처 담당자들과 사

260) 내외경제, “256MD램 칩제작 성공”, (1994.4.26).

261) 두 논문의 제목은 다음과 같다. “A New Capacitor on Metal Cell for Behind 256M DRAM”, “A 256M DRAM with Simplified Resistor Control for Low Power Self Refresh and Rapid Buring.” 과학기술부 기초연구국 원천기술개발과, “차세대 반도체 기본계획(2-1)(001)” (국가기록원, 1993), (관리번호: DA0619006), 3-8. 일본의 저널에 실린 글은 다음과 같다. “ロジックもメモリーも低電力化が話題の中心, 0.1μmはゆらぎを議論,” *Nikkei Microdevices* (1994.4), 85-86.

262) 4M DRAM 공동개발 과제에서 실제로 기술교류회가 어떻게 작동했는지에 대한 보다 구체적인 서술은 2장을 참조.

업단 관계자들이 모여 과제들의 진도 상황에 대한 의견을 제시하는 식으로 진행됐다. 하지만 서로 다른 과제를 맡고 있는 18명의 과제책임자들이 40분씩 발표를 하며 진행되는 이틀간의 일정 속에서 기술교류는 사실상 불가능했다. 참가자들의 전문 분야가 서로 달라 논의가 불가능했기 때문에 발표 내용 역시 충실하지 못했다. 한 참가자는 기술교류회를 각 분야별로 개최하여 “심도있는 연구/개발 토의가 될 수 있도록 운영 방법 [이] 보완”될 필요가 있다고 지적했고, 또 다른 이는 “발표 내용에 대한 질적 수준 향상 및 발표자료의 내용 충실화[가] 요망”된다고 건의했다.²⁶³⁾

기술교류회가 열리고 한 달이 지난 8월, 삼성은 256M DRAM의 개발을 언론을 통해 대대적으로 알렸다. 삼성은 한일합병 조약이 이루어진 8월 29일에 맞추어 256M DRAM의 개발 소식을 공개하고, 며칠 뒤인 9월 6일에는 대한제국의 국기와 256M DRAM의 사진을 병치시킨 광고를 내걸었다. 광고는 삼성전자가 256M DRAM을 세계 최초로 개발했다는 점을 알리면서 “월드베스트정신으로” “한민족 세계제패”를 해냈다는 글귀를 크게 강조했다.²⁶⁴⁾ 이러한 광고의 의도에 대해 김광호 당시 삼성 사장은 적어도 DRAM 분야에서만큼은 한국이 일본과 동등한 관계였던 대한제국 시기의 상태로 돌아갔다는 점을 강조하고 싶었다고 설명했다.²⁶⁵⁾ 민족주의적인 감정에 호소하는 삼성의 광고는 256M DRAM을 개발한 사건을 단순히 국내 한 기업이 세계 최초로 개발에 성공했다는 점으로서뿐만 아니라, 한 국가 또는 민족이 쇠락을 극복하고 과거의 영광을 회복하는 사건으로서의 의미를 부여했다.

263) 과학기술부 기초연구국 원천기술개발과, “차세대 반도체 기반기술개발사업 연구개발사업단 회의(2-1)”, 2-11.

264) 조선일보, (1994. 9. 6).

265) 전자신문, “256M D램 세계 최초 개발” (2012. 9. 17).



그림 4-2 삼성의 256M DRAM 개발 광고 (출처: 조선일보 (1994. 9. 6))

삼성의 256M DRAM 개발 성공 소식을 언론을 통해서 갑작스레 접한 연구개발사업단은 삼성의 발표 이틀 후 회의를 개최하여 사업의 존폐 여부를 논의해야만 했다. 과기처 관계자와 삼성, 현대, 금성 측이 참석한 회의에서 한 위원은 삼성의 행위가 “국책연구사업의 공동추진에 장애”가

된다고 주장했고, 또 다른 참석자는 삼성전자가 차세대반도체 기반기술 개발사업 운영요령 중 성과의 발표 절차를 명시한 항목을 준수했는지를 검토할 필요가 있다는 의견을 제시했다. 현대와 금성 측은 사업단의 내부적인 논의를 거치지 않은 채 언론을 통해 삼성의 개발 소식이 알려진 데에 대해 강한 불만을 표출했다. 현대는 삼성이 “성과의 발표에 관한 규정을 계속적으로 위반하고 있는데 공동개발로 동 사업을 할 수 있겠는가”를 지적하면서, “대부분이 다 되었다고 생각하고 있는데 더이상 할 필요가 있는가”라고 따져 물었다. 금성 역시 “삼성이 발표한 개발 수준이라면 연구 목적을 달성했다고 보므로 선행기초 등은 모르지만 3사 수행과제(단위공정)는 금년으로 끝내는 것이 타당”하다는 입장을 제시했다. 하지만 삼성은 차세대 반도체 기반기술 개발사업이 유지되어야 한다고 보았다. 삼성은 “금번 256M DRAM 개발 성과와 동 사업의 목표인 기초 기반기술, 재료, 장비기술 개발과는 별도로, 상품화를 위해서는 계속적인 기술개발이 이루어져야 하므로 이 사업은 계속되어야” 한다고 주장했다.²⁶⁶⁾ 다시 말해 삼성이 발표한 256M DRAM 개발 성공은 시제품 개발을 의미하는 것이었으며 이를 안정적인 수준에서 양산할 수 있는 기술을 개발하기 위해서는 사업이 지속되어야 한다는 것이다.

삼성의 256M DRAM의 개발 사실이 여러 광고들을 통해 확산되자 정부는 국가연구개발사업의 형태로 차세대 반도체 개발사업이 지속되는 것이 정당한지에 대해 답을 해야 할 상황에 처했다. 9월 3일에는 삼성전자의 256M DRAM 개발 성공으로 인해 과기처가 “이 사업의 타당성을 상실했다고 판단”하고 “계속 여부를 검토하고 있다”는 기사가 실리기도 했다.²⁶⁷⁾ 결국 삼성전자가 “한민족세계제패”라는 광고를 실은 9월 6일, 과학기술처 전기전자연구조정관실은 “256M DRAM 실험시제품 개발과 관련한 차세대반도체 기반기술개발사업(선도기술개발사업)의 향후 추진방

266) 과학기술처, “'93년도 차세대반도체 기반기술개발사업 연구관리 및 평가사업” (과학기술처, 1994), 56, 165.

267) 한국경제, “차세대 반도체 개발사업 계속성 검토” (1994. 9. 3).

향”이라는 보도자료를 통해 나름의 입장을 발표했다. 이에 따르면 삼성전자의 개발 성공은 “256M DRAM 초고집적반도체의 상용화 가능성을 한걸음 앞당겨 주는 것으로 [...] 기술적 의의가 크고 한국의 반도체에 대한 입지를 한층 높인 큰 업적”이었다. 이에 따라 과기처는 삼성이 수행한 “세부과제에 대한 연구결과의 제출을 요구하고 있으며, 동 결과가 접수되는대로 검증에 들어”갈 것임을 언급하면서, 이에 대한 평가를 토대로 사업의 2차년도 “목표를 상향조정”하여 당초 계획대로 추진할 것이라고 밝혔다.²⁶⁸⁾

곧이어 열린 사업단 회의에서 2차년도 계획 변경의 구체적인 사항들이 논의됐다. 금성은 단위공정 중과제 이하 과제들은 모두 불참하겠다는 의사를 밝혔고, 현대는 단위공정의 과제들 중 patterning 과제를 중단할 것을 건의했으며, 삼성은 patterning 과제들 중에서도 i-Line lithography만 제외하고 나머지는 계획대로 진행하자는 입장을 내놨다. 삼성의 개발 성공에 대한 검증 작업을 마친 STEPI는 삼성이 발표한 0.25 μ m 수준의 공정기술 개발은 사업의 patterning 분야 과제의 4년차 목표가 조기 달성된 것으로 인정되지만 양산이 가능한 수준에는 아직 미치지 못했다고 지적하면서 삼성의 의견에 동조했다. 결국 사업단은 삼성이 발표한 개발 내용은 “3개사 중 발표기업 1개 사에 의해 조기 확보된 것으로 당 사업 전체의 조기완료로 볼 수 없”다고 해석하고, 연구계획 변경을 거쳐 계속적으로 연구사업을 진행하기로 결정했다.²⁶⁹⁾

정부는 “G7 종합평가기획단”을 구성하고 차세대 반도체 기반기술개발 사업의 결과를 평가하고 앞으로의 계획을 보완했다. 이들은 평가서에서 “연구사업 자체는 충실하게 추진”되었으나, “정부 지원 범위 또는 재원

268) 과학기술처, “256M DRAM 실험시제품 개발과 관련한 차세대반도체 기반기술 개발사업(선도기술개발사업)의 향후 추진방향”, (1994).

269) 과학기술처, “'93년도 차세대반도체 기반기술개발사업 연구관리 및 평가사업” (과학기술처, 1994), 167, 223. 삼성의 개발 성공이 사업의 성공을 의미하는 것은 아니라는 입장은 삼성의 4M DRAM 단독 개발 성공은 과제 전체의 성공에 해당된다는 과거 ETRI의 해석과 상반된다. 삼성의 4M DRAM 단독 개발이 과제 전체의 성공으로 공인되는 보다 구체적인 과정은 2장을 참조.

조달 방안 등을 재검토”할 필요가 있다고 평가했다. 평가단은 이처럼 차세대 반도체 기반기술개발사업의 계획을 재검토하고 변경하는 배경 또는 필요성과 관련하여 삼성이 사업의 진도와는 독립적으로 256M DRAM의 시제품 개발이라는 목표를 조기에 달성했다는 점은 일체 언급하지 않았다. 평가단에 따르면 “WTO 출범 등을 고려, 단위공정 등 제품기술보다 원천, 기반기술[을] 보장”할 필요가 있으므로, 단위공정 기술에 투입될 예정이었던 연구비의 규모를 축소시키고, 선행기초기술 분야의 연구비 비중을 대폭 확대해야만 했다.²⁷⁰⁾

이에 따라 과학기술처는 단위공정기술 과제들에 대한 연구비는 당초 전체 연구비 대비 약 76%에서 33%로 대폭 삭감하고, 특히 삼성, 금성, 현대가 각각 독립적으로 진행 중이던 patterning 기술과 관련된 과제들은 모두 조기 종료하기로 결정했다. 하지만 삼성, 금성, 현대가 주관해오던 단위공정기술 중과제에 대한 연구비의 삭감이 세 기업에 대한 정부 지원의 감소로 이어지는 것은 아니었다. 단위공정기술 중과제 항목에서 삭감된 연구비는 “차세대 Litho 기술”이라는 이름으로 신설된 중과제 항목의 세부과제들에 투입됐는데, 이 과제들은 patterning 과제들과 마찬가지로 삼성, 금성, 현대 세 기업이 각각 주관하여 병행하는 과제로 추진하기로 했다.²⁷¹⁾ 변경된 계획안은 이 항목이 “Giga급 [DRAM 개발에서] 활용[될 것이라] 예상”하면서, 파장이 짧은 광원을 사용함으로써 광화학적으로 그려낼 수 있는 회로의 해상도를 높일 수 있는 ArF 레이저, E-beam, X-ray 관련 기술들을 주로 연구하게 될 것으로 제안했다.²⁷²⁾ 이에 따라서 기존의 patterning 분야 중과제 하에서 수행되어왔던 세부과제들 중 전자빔, 극자외선, ArF 레이저와 같은 리소그래피에 관한 연구를 수행해오던 대학의 연구실들은 “차세대 litho 기술”라는 중과제 범

270) 과학기술부 기초연구국 원천기술개발과, “차세대반도체기반기술개발사업보완기획(안)” (1995), 72.

271) 과학기술처, “94년도 차세대반도체 기반기술개발사업 연구관리 및 평가사업”(과학기술처, 1995), 26.

272) 같은 글, 74.

주 하로 이동하여 연구를 지속할 수 있었다.²⁷³⁾

각 과제당 연구 지원금의 증감과 그로 인한 연구 내용의 변화는 오히려 그 외의 분야에서 더 두드러지게 일어났다. 재료기술 중과제 중 웨이퍼 개발 과제를 맡았던 실트론은 1993년과 1994년에 각각 5억 원과 8억 원의 연구비를 지원받으면서 16M, 64M DRAM 생산에 필요한 8인치 실리콘 웨이퍼를 개발하는 과제를 수행 중이었다. 하지만 1994년에 삼성에 의해 256M DRAM 시제품이 개발되자 1995년과 1996년에는 각각 약 세 배 증가한 18억 원과 22억 원의 연구비 지원 하에 256M DRAM급 8인치 및 12인치 웨이퍼를 개발하는 과제를 수행했다. 마찬가지로 소자의 분리기술을 연구하던 한 대학의 연구실도 과제 목표가 상향됐지만 상황은 정반대였다. 삼성의 발표가 있기 전까지 0.30 μ m의 선폭 조건하에서 여러 미세 구조들의 전기적 특성들을 분석해오던 이 연구실은 해당 선폭을 구현해낸 삼성의 발표 이후 0.20 μ m의 공정조건 하에서의 구조들의 특성을 연구하는 것으로 “연구목표를 상향조정”해야 했다. 하지만 실트론의 사례와는 반대로 이들에 대한 연구비는 첫 해에 비해 오히려 약 20% 감소하여 해당 연구실은 하향된 연구비와 상향된 목표 하에 과제를 수행하게 됐다.²⁷⁴⁾

중과제	세부과제	변경 전 연구비 (백만 원)			변경 후 연구비 (백만 원)			변경 전 구성비 (%)	변경 후 구성비 (%)
		3차 년도	4차 년도	계	3차 년도	4차 년도	계		
단위 공정 기술	유전체기술	6,270 (3,170)	6,010 (3,310)	12,280 (6,480)	5,770 (2,670)	5,510 (2,810)	11,280 (5,480)	76.1	32.9
	배선 및 평탄화	6,500	6,400	12,900	6,000	5,900	11,900		

273) 과학기술부, “'96년도 차세대반도체 기반기술개발사업 연구관리 및 평가사업” (과학기술부, 1998), 230, 238.

274) 같은 글, 200-203.

중과 제	세부과제	변경 전 연구비 (백만 원)			변경 후 연구비 (백만 원)			변경 전 구성비 (%)	변경 후 구성비 (%)
		3차 년도	4차 년도	계	3차 년도	4차 년도	계		
	기술	(3,300)	(3,500)	(6,800)	(2,800)	(3,000)	(5,800)		
	접합 및 분리기술	6,520 (3,320)	6,210 (3,410)	12,730 (6,730)	6,020 (2,820)	5,710 (2,910)	11,730 (5,730)		
	patterning 기술 (삼성)								
	patterning 기술 (금성)	20,610 (10,510)	22,080 (11,780)	42,690 (22,290)	0	0	0		
	patterning 기술 (현대)								
재료 기술	wafer 소재	900 (300)	1,200 (400)	2,100 (700)	1,800 (800)	2,200 (900)	4,000 (1,700)	4.5	7.6
	chemical 기술	500 (200)	500 (200)	1,000 (400)	800 (300)	700 (300)	1,500 (600)		
	E.M.C. 개발	900 (300)	800 (300)	1,700 (600)	1,300 (500)	1,200 (500)	2,500 (1,000)		
장비 기술	sputter	1,131 (460)	1,216 (490)	2,347 (950)	1,131 (460)	1,216 (490)	2,347 (950)	11.4	11.4
	track	836 (340)	850 (343)	1,686 (683)	836 (340)	850 (343)	1,686 (683)		
	wet station	984 (400)	1,033 (417)	2,017 (817)	984 (400)	1,033 (417)	2,017 (817)		
	CVD	983 (400)	1,033 (416)	2,016 (816)	983 (400)	1,033 (416)	2,016 (816)		
	D/furnace	574 (250)	704 (300)	1,278 (550)	574 (250)	704 (300)	1,278 (550)		
	etcher	1,392 (550)	1,364 (534)	2,756 (1,084)	1,392 (550)	1,364 (534)	2,756 (1,084)		
선행 기초 기술	0.1 μ m 미세패턴 형성	1,200 (1,200)	1,000 (1,000)	2,200 (2,200)	1,600 (1,600)	1,380 (1,380)	2,980 (2,980)	8	10.8
	소자기술연구	470 (470)	500 (500)	970 (970)	630 (630)	690 (690)	1,320 (1,320)		
	단위공정 및 측정기술	2,830 (2,830)	2,500 (2,500)	5,330 (5,330)	3,770 (3,770)	3,430 (3,430)	7,200 (7,200)		

중과 제	세부과제	변경 전 연구비 (백만 원)			변경 후 연구비 (백만 원)			변경 전 구성비 (%)	변경 후 구성비 (%)
		3차 년도	4차 년도	계	3차 년도	4차 년도	계		
차세대 litho.	차세대 litho. 기술 I (삼성)	0	0	0	19,010 (9,710)	20,480 (10,980)	39,490 (20,690)	0	37.3
	차세대 litho. 기술 II (금성)								
	차세대 litho. 기술 III (현대)								
계	계	52,600 (28,000)	53,400 (29,400)	106,000 (57,400)	52,600 (28,000)	53,400 (29,400)	106,000 (57,400)	100	100

표 4-5 과제별 연구비 세부내역 변경 사항. 괄호 안은 정부출연금. (자료: “94년도 차세대 반도체 기반기술개발사업 연구관리 및 평가사업”, 76)

4.5. 기술혁신의 새로운 이해

차세대 반도체 기반기술개발사업이 1997년 11월을 끝으로 마감되고 과학기술정책관리연구소는 해당 사업을 평가하는 작업을 수행했다. 이들은 1986년 4M DRAM 개발 과제를 시작으로 10년 동안 추진된 메모리 소자의 핵심기술개발을 위한 국가연구개발사업이 대단원의 막을 내렸다면 서 범부처적 협조체제 하에 민간주도로 추진된 이번 사업이 실험시제품 개발에 성공하고 많은 대학을 참여시키는 등 큰 성과를 얻었다고 총평했다.²⁷⁵⁾ 세부과제별로 이루어진 평가에서는 모든 과제가 “아주 우수” 또는 “우수”로 평가됐다. 100점을 만점으로 매겨진 점수에서 상대적으로 삼성, 현대, 금성이 주관한 단위공정 분야가 가장 높은 점수를 받았고, 중소기업들이 주관한 재료기술 분야와 전자통신연구소가 주관한 선행기 초기기술연구 분야가 가장 낮은 점수를 받았다.²⁷⁶⁾ 하지만 이는 상대적인 차이일 뿐, 차세대 반도체 기반기술 개발사업은 모든 세부과제들의 목표

275) 같은 글, 59, 85.

276) 같은 글, 56.

달성률이 100%에 달하는, 전체적으로 매우 성공적인 사업으로 평가됐다.

세부 과제명	주관연구기관	평가점수	평가결과
유전체기술	삼성	96.4	아주 우수
배선 및 평탄화 기술	금성	92	아주 우수
접합 및 분리기술	현대	94.0	아주 우수
wafer 소재	실트론	81.6	우수
chemical 기술	동진, 제일모직	87.8	우수
E.M.C. 개발	고려화학	84.0	우수
sputter	삼성	최종평가 제외	우수
track	삼성	84.0	우수
wet station	금성	92.0	아주 우수
CVD	금성	92.0	아주 우수
D/furnace	현대	87.8	우수
etcher	현대	88.0	우수
차세대 lithography I	삼성	84.7	우수
차세대 lithography II	금성	86.2	우수
차세대 lithography III	현대	96.8	아주 우수
선행기초기술연구	전자통신연구소	85.9	우수
연구수행관리	과학기술정책연구 소	최종평가 제외	최종평가 제외

표 4-6 최종평가 결과 (자료: “96년도 차세대반도체 기반기술개발사업 연구관리 및 평가사업”, 56.)

정부가 차세대 반도체 기반기술 개발사업을 자축할 무렵, 대중담론의 영역에서는 삼성에 의한 DRAM 개발 성공 신화가 빠르게 확산됐다. 특히 DRAM 개발에 관련된 일화들은 삼성이 256M DRAM 시제품 개발에 성공한 이후에 삼성 경영진들에 의해 알려지기 시작했는데, 이 때 4M DRAM의 개발 사례는 국내 반도체 기술 수준의 도약에 있어서 중요한 단계로 부각됐다. 당시 삼성은 세계 최초로 256M DRAM 시제품 개발에

성공하고 양산이 진행중이었던 4M DRAM이 공급량으로 세계 1위를 차지한 상황이었다. 삼성전자 사장이었던 강진구는 1996년, 『삼성전자 신화와 그 비결』이란 책에서 삼성이 “불과 20여 년 만에 세계적 전자메이커로 탈바꿈”함으로써 “오늘의 「신화」의 주인공”이 될 수 있었던 데에 “가장 크게 기여한 것은 역시 반도체 [...] 그 중에서도 기억소자”라고 평가하면서 그 “비결”을 공개했다.²⁷⁷⁾

먼저 강진구가 보기에 삼성이 “외국 선진 기업과 동렬에 서게” 된 전환점은 4M DRAM의 개발로, 이 제품은 이전까지의 기억소자 제품들과는 다르게 미국, 일본 기업들과 동시에 시장에 출하했다는 점에서 의미가 있었다. 4M DRAM 개발 과정에서 “비록 반도체 3사(삼성, 금성, 현대)와 전자통신연구소(ETRI)의 공동연구 컨소시엄이 구성되어 있기는 했지만 실질적인 연구개발은 각사별로 추진되었기 때문에 삼성 자체의 성과라 해도 과언은 아니었다.”²⁷⁸⁾

강진구는 4M DRAM 개발 성공의 비결이 삼성의 조직적인 기술학습 노력에 있었다고 평가했다. 사업 착수와 함께 설립된 미국 현지법인에는 외국 기업으로부터 영입한 공학자들이 연구개발을 수행하고 있었고, 국내에서 입사한 지 3-5년 된 우수한 인재들을 선발하여 미국 현지 법인에 연수보낸 뒤 이들과 256K DRAM을 공동개발하게 했다. 당시 32명의 연구진으로 구성돼 있었던 미국 현지법인에 32명의 국내 연구진이 보내졌고, 이들은 현지 법인의 연구진들에게 각각 일대일로 모든 것을 배울 수 있었다. 이후 이들은 256K DRAM을 개발한 뒤 기흥의 반도체연구소로 돌아옴으로써 연구 조직이 이원화되어, 기흥과 실리콘 벨리의 현지 법인의 연구팀 중 먼저 DRAM을 개발하지 못하는 팀은 해체되는 조건으로 두 팀이 전력을 다해 경쟁을 함으로써 단기간에 4M DRAM을 개발할 수 있었다는 것이다.²⁷⁹⁾

277) 강진구, 『삼성전자 신화와 그 비결』, 231, 18, 20.

278) 같은 책, 229.

279) 같은 책, 220-235.

이처럼 국내의 자체적인 연구개발 노력보다는 외국 기업으로부터의 기술 도입 또는 학습이 선행되어야만 한다는 입장은 1990년대 들어 삼성 외의 기업인들에 의해서도 이따금씩 “한국형 기술개발”, “한국형 혁신”이라는 표현과 함께 표출돼 오곤 했다. 이러한 입장의 공통적인 구도는 최근 미국과 유럽의 사례를 타산지석 삼고 일본의 사례를 모범으로 삼아, 과거 국내 정부출연연구소를 성찰하며 기업연구소들의 기술도입 노력을 재평가하자는 것이었다. 노벨상 수상자들을 배출한 미국과 유럽의 세계적인 연구소들은 “연금술사가金を 만들려고 노력했듯이 혁신적인 기술 개발만을 추구”한 결과 1970년대 이후 일본의 기업들에 의해 경쟁력을 잃게 되었고, 한국 역시 “정부는 기회가 있을 때마다 첨단기술을 강조”하고 현실을 모르는 박사들로 충원된 정부출연연구소들은 “대부분이 부도수표 격”인 “양산성이 없는 연구결과”만을 내놓고 있었다는 것이다. 반면 이들이 보기에 일본의 기업들이 1970년대 이후 기술혁신에 성공할 수 있었던 것은 “도입된 기술 위에 자체 연구개발력을 교묘하고 훌륭하게 접합시켰”기 때문으로, 이는 도입기술과 자체기술이 “치순(齒脣)의 관계”와 같이 상호보완적이라는 것을 보여주는 대표적인 예시였다.²⁸⁰⁾

이처럼 삼성의 반도체 개발 성공을 전후하여 1990년대에 유행하기 시작한 “한국형 기술”, “한국형 혁신”과 관련된 주장들은 해당 표현들이 정확히 어떤 의미와 의도를 지니고 있었는지를 드러내 준다는 점에서 의미가 있다. 당시 대부분의 기사들에서 강조되듯이 표면적으로 “한국형 기술” 또는 “한국형 혁신”은 국내 연구진이 자체적인 노력을 통해 어떤 제품을 개발하는 데 성공했다는 점을 강조하고 있었다. 하지만 그러한 성공이 어떻게 가능할 수 있었는지에 대해 역사적인 설명을 제시하는 과정에서 삼성을 비롯한 많은 국내 기업들은 외국 기업으로부터의 기술학습 과정을 강조했다. 삼성이 외국 기업으로부터 영입한 연구진들을 매개로 기술을 학습함으로써 정부 정책과는 무관하게 “삼성 자체의 성과”를

280) 유영준, 『오늘의 정치 내일의 경제』 (서울: 삶과 꿈, 1992), 224, 168, 223; 동아일보, “「한국형」 기술개발” (1993.6.24.).

올랐고, 삼성의 기술적 성취가 곧 “한민족 세계제패”로 대응됐던 것과 마찬가지로, “한국형 혁신”이란, 정부출연연구소가 아닌 기업의 연구소에서, 정부의 지원이 아닌 기업의 기술도입 노력이 토대가 되어 성취된 결과물을 의미했다.

삼성 반도체 개발 신화와 “한국형 혁신”에 관한 이야기들은 대중담론의 영역에서만 국한되지 않고 당시의 혁신학계에도 확산되어 기술혁신이라는 이론적 개념을 재고하는 데 주요 사례연구로서 영향을 끼쳤다. 김인수는 그의 책 『모방에서 혁신으로』에서 강진구의 회고와 마찬가지로 4M DRAM의 개발 사례를 반도체 산업에서 한국의 기술 수준이 모방으로부터 혁신으로 이행되는 첫 단계로 보고 이를 분석했다. 그의 평가에 따르면 정부는 4M DRAM의 개발을 위해 전자통신연구소를 중심으로 재벌 기업들 간의 컨소시엄을 구성했는데, 기업의 연구원들이 “함께 연구하기를 꺼려하였고 그보다는 각자 독립적으로 연구결과를 내려고 노력”하여 결국 “ETRI 프로그램은 실효를 거둘 수 없었다.” 정부의 지원보다는 “재벌의 각기 독립적인 연구노력”을 통해 4M DRAM이 개발될 수 있었다. 재벌들이 미국에서 훈련받은 반도체 분야 과학자들을 적극적으로 영입함으로써 선진 기술 습득이 용이해졌고, 국내외 연구진들 간의 경쟁을 통해 그러한 기술 습득을 가속화시킬 수 있었다는 것이다.²⁸¹⁾

그렇다면 여기에서 기술혁신은 정확히 어떤 의미를 지니고 있는가? 외국 기업들로부터 도입된 기술을 기반으로 개발된 4M DRAM이 기술혁신의 범주 하에 놓이기 위해서는 기존 혁신 개념의 범주를 재조정할 필요가 있었다. 김인수는 한국의 사례에서 볼 수 있는 혁신을 “창조적 모방(creative imitation)”이라 칭하면서 이를 슈페터(Joseph Schumpeter)가 제안했던 전통적인 혁신 개념과 구분지었다. 김인수는 슈페터가 “혁신은 [...] 순수한 창조와 발견의 실제적인 집합인 반면, 모방은 혁신의 확산을

281) Linsu Kim, “The Dynamics of Samsung’s Technological Learning in Semiconductors,” *California Management Review* 39, no. 3 (1997), 94-96.

의미한다고 설명”했는데 실상 “대부분의 혁신은 커다란 발명을 수반하는 것이 아니라 기존 아이디어에 깊이 그 뿌리를 두고 있다”고 지적하면서 “혁신과 창조적 모방의 구분은 뚜렷하지 않다”고 주장했다. 한국의 기업들은 1960-70년대 외국 제품들을 대규모로 복제하여 낮은 가격에 주문자 상표(OEM 브랜드)를 붙여 판매하는 “단순 모방” 단계로부터, 1980-90년대에 들어 반도체, 생명공학 등과 같은 분야에서 자체적인 연구개발 노력을 통해 외국 제품을 모방하되 기능을 소폭 개량해 나가는 “창조적 모방”으로서의 혁신의 단계로 접어들었다는 것이다.²⁸²⁾

물론 혁신의 전통적인 개념을 재고하고자 하는 이러한 시도가 김인수에 의해 홀로 행해진 것은 아니었다. 1980년대 이후 반도체를 비롯한 각종 첨단산업 분야에서 일본의 기업들이 미국 및 유럽의 기업들을 추월하면서, 과학기술과 관련된 정책학, 경제학 연구자들은 일본을 비롯한 동아시아의 과학기술 진흥 정책과 제도를 하나의 대안으로 삼기 시작했다. 이 과정에서 슈퍼터 이후로 이어져 온 혁신의 개념 역시 재검토의 대상이 됐다. 대표적으로 볼튼(Michele K. Bolton)은 미국이 지금껏 기업가들과 개척자들을 사실상 대중적인 영웅으로 묘사해온 문화적 편향 속에서 발명의 중요성을 과장하고 모방을 경멸해왔다고 지적했다. 그녀는 미국, 일본, 페루의 기업들을 비교 분석하면서, 미국과 페루의 기업이 전통적인 의미의 혁신과 모방에 가깝다면 일본의 기업들은 그 중간 지대에서 기업 외부와 내부의 지식이 혼합되는 “성찰적 모방(reflective imitation)”에 해당한다고 보았다. 볼튼은 이러한 성찰적 모방이 단순히 모방과 혁신 중간에 있는 하나의 유형으로서가 아니라, 이들이 이른바 혁신 기업을 추월할 수 있는 분야의 조건을 제시했다. DRAM과 같이 지식재산권이 강력하게 작동하지 못하고 기술변화가 빨라 제품 주기가 짧으며 시장의 불확실성이 클수록 혁신보다는 일본 기업들의 “성찰적 모방” 전략이 유리하다는 것이다.²⁸³⁾

282) Linsu Kim, *Imitation to Innovation*, 31-33.

283) Michele Kremen Bolton, “Imitation versus Innovation: Lessons to be Learned

한국과 일본의 사례들을 통해 기존의 기술혁신 개념에 대한 대안으로 성찰적 모방 또는 창조적 모방과 같은 용어들이 제안되는 상황 속에서, 삼성의 강진구가 개인적인 수준에서 회고했던 4M DRAM 개발 사례는 이후 역사학자와 사회학자들이 혁신을 탐구하기 위해 분석해야 할 하나의 범례로 취급되기 시작했다. 경영학자 매튜(Jone A. Mathews)와 조동성은 삼성이 4M DRAM을 개발할 때 서로 다른 기술적 디자인을 목표로 한 두 연구진을 경쟁을 시켰다는 점을 조직혁신이라 칭하면서, 이는 기업이 연구개발을 통해 신제품이나新工艺를 개발하는 전통적인 종류가 아니라 선진국으로부터 기술 지식을 신속하게 유입시키고 확산시키는 체계의 개발로서의 혁신에 해당한다고 보았다.²⁸⁴⁾

더욱이 4M DRAM에 관한 사회과학자들의 연구들은 1990년대 국제 혁신학계에서 유행하던 “국가혁신시스템(National Innovation System)”이라는 연구프로그램에 이상적인 사례를 더함으로써 해당 프로그램을 더욱 공고히 했을 뿐만 아니라, 이는 다시 역으로 4M DRAM 개발 사례가 혁신과 그 이전의 단계를 구분짓는 기준으로 자리매김하게 했다. 국가혁신시스템은 프리만(Christopher Freeman)과 룬트발(Bengt-Åke Lundvall)이 20세기 후반 일본의 급격한 경제 성장을 목격하고 1987년에 제시한 개념으로, 국가의 단위 내에서 기술과 지식이 기관, 연구자 등과 같은 개별 행위자간의 네트워크를 거치면서 유입, 확산, 창출되는 과정을

from the Japanese,” *Organizational Dynamics* 21, no. 3 (1993) 30-45. 볼튼의 이러한 주장 이전에, 모방의 중요성을 처음으로 주장한 경제학자인 넬슨(Richard Nelson)과 윈터(Sidney Winter)는 다음과 같이 말했다. “모방 대상의 성과에 대한 구체적인 정보가 극도로 부족한 상황에서 작업하는 모방자들은 사실상 대부분의 문제들을 독립적으로 풀어내는 것이기 때문에 그들 역시 “혁신가”가라는 명예로운 칭호를 붙여줘야 할 것이다.” 하지만 이와 동시에 넬슨과 윈터는 모방자의 경우 주어진 문제에 대한 답이 있다는 것을 알고 작업을 하기 때문에 노력을 기울일만한 유인이 있다는 점에서 혁신가와 다르다고 봄으로써 둘을 구분했다. Richard R. Nelson and Sidney G. Winter, *An Evolutionary Theory of Economic Change* (Cambridge, Mass.: Belknap Press of Harvard University Press, 1982), 124.

284) John A. Mathews and Dong-Sung Cho. *Tiger Technology: The Creation of a Semiconductor Industry in East Asia* (Cambridge, U.K.; New York: Cambridge University Press, 2000), 7.

탐구하는 연구프로그램을 낳았다. 이 연구프로그램의 사회과학자들은 1970년대까지 KIST를 비롯한 정부출연연구소들이 “산업계와의 빈약한 연계(poor linkage with industry)”로 기여가 미미한 상황 속에서 기업들은 자체적으로 고급인력 고용, 외국 현지법인 및 국내 연구소 설립 등과 같은 다방면에서의 네트워크 구축을 통해 반도체와 같은 첨단산업에서 선두의 자리에 올라설 수 있었다고 평가했다.²⁸⁵⁾

4M DRAM을 계기로 반도체 분야에서 국내 기업이 “외국 선진 기업과 동렬에 서게” 되었다면, 삼성에 의한 256M DRAM의 세계 최초 개발 사례는 미국과 일본의 경쟁 업체들에게 기술을 제공할 수 있는 위치로 올라서게 된 사건으로 해석됐다. 사회과학자들은 기술도입이라는 용어 대신 삼성이 256M DRAM을 개발한 이후 일본 및 미국 기업들과 “전략적 제휴(strategic alliance)”를 맺을 수 있게 됐다고 표현했다.²⁸⁶⁾ 그런데 이들이 제시한 전략적 제휴의 사례들은, 국내 기업과 외국 기업 간의 어떤 질적인 변화를 의미하기보다는, 실상 도입 기술의 대상이 1980년대 DRAM 공정 기술 위주에서 1990년 중반 이후 보다 광범위한 반도체 제조 기술로 확장된 것에 더 가까웠다. 예를 들어 삼성은 미국의 Harris Semiconductor로부터 갈륨, 비소 기반 반도체 기술을, 미국의 Ixys로부터 field effect transistor 제조 기술을 도입함으로써 기존 실리콘 기반의 반도체 범위를 벗어난 분야의 연구개발을 시도했다.²⁸⁷⁾ 이와 같은 분석들에 따르면, 256M DRAM 개발은, 기술도입과 자체적인 반도체 연구개발 능력의 결합으로 일구어진 4M DRAM 개발의 사례, 즉 창조적 모방으로서의 혁신 사례의 연장선 상에 있었다.

285) Linsu Kim, “National System of Industrial Innovation: Dynamics of Capability Building in Korea,” in Rechar R. Nelson (ed.), *National Innovation Systems: A Comparative Analysis* (New York: Oxford University Press, 1993), 364; Linsu Kim and Gihong Yi, “The Dynamics of R&D in Industrial Development,” *Industry and Innovation* 4(2) (1997), 180.

286) Linsu Kim, “The Dynamics of Samsung’s Technological Learning in Semiconductors,” *California Management Review* 39, no. 3 (1997), 96; Mathews and Cho, *Tiger Technology*, 137-139.

287) 같은 책, 139

이처럼 삼성이 세계 최초로 256M DRAM을 개발한 사건은 기술혁신이라는 기존의 개념을 재고할 만한 사례로 작용했을 뿐만 아니라, 그간 국내 기업 연구개발의 역사에 대해 특정한 시대적 구분을 규정하는 계기로도 작용했다. 4M DRAM의 개발 사례를 외국 기업과 “동렬”에 선 사건으로 서술했던 삼성 강진구의 회고대로, 이후 삼성의 사례를 연구한 역사학적, 사회과학적 연구들은 4M DRAM을 개발한 1988년 이후 시기를 “창출기”, “경로 선두”와 같은 용어로 표현했다.²⁸⁸⁾ 이후 1990년대 전후의 시기를 “전환기”로 규정하는 작업은 반도체 개발 사례에만 국한되지 않고, 자동차, 통신, 철강 산업 등에 대한 사례 연구들로도 확산됐고, 이는 1990년대를 이른바 “모방에서 혁신으로”의 전환되기는 시기로 규정하는 시대 구분법을 더욱 공고히 했다.²⁸⁹⁾

4.6. 소결

차세대반도체 기반기술 개발사업은 계획과 시행 모든 단계에서 기업의 상품 개발을 목표로 삼는 선도기술개발사업의 전반적인 방향성에 매우 부합한 과제였다. 256M DRAM 개발 과제의 추진 체계를 둘러싸고 정부 부처 간 논쟁이 있었지만, 결과적으로 참여 기업이었던 삼성, 금성, 현대의 제안이 그대로 받아들여져 이들이 스스로 과제의 계획, 관리, 평가에

288) 송성수, “삼성 반도체 부문의 성장과 기술능력의 발전”, 『한국과학사학회지』 제20권 제2호 (1998), 154; Keun Lee and Chaisung Lim, “Technological Regimes, Catching-up and Leapfrogging: Findings from the Korean Industries,” *Research Policy* 30, no. 3 (2001), 472.

289) 김성훈, “정부의 산업정책과 기업의 기술 혁신 전략: 한국 자동차산업을 중심으로” (서울: 고려대학교 대학원, 1998); 이홍, 한재민, “현대 자동차 산업의 진화적 경로”, 『경영교육연구』 3(3) (1999), 81-104; 송위진, “기술선택의 정치과정과 기술학습: CDMA 이동통신 기술개발 사례연구” (서울: 고려대학교 대학원, 1999); 송성수, “철강산업의 기술 혁신 패턴과 전개방향” (서울: 서울대학교 대학원, 1999); 김양희 외, 『한국 자동차산업의 기술 능력 발전』 (서울: 삼성경제연구소, 1999).

대한 주체가 될 수 있었다. 이러한 추진 체계 하에서 연구비의 대부분은 기업의 과제로 할당됐지만, 기업은 전국의 대학들에 몇몇 과제를 위탁함으로써 통계적으로 대학에 대한 연구비 투자가 급속히 증가하는 효과를 낳기도 했다. 하지만 이들은 대기업의 수요에 따라 연구비 또는 연구 내용의 갑작스런 변화를 감수해야만 했다. 삼성의 갑작스런 256M DRAM 조기 개발로 일부 위탁 과제들은 축소되거나 종료될 수밖에 없었고, 추가적인 연구가 요구되는 과제들은 연구비가 더 증가하기도 했다. 이는 256M DRAM 제품의 개발이라는 기업 목표의 달성 여부에 따라 국가연구개발사업이 재빠르게 반응함으로써 예산의 낭비를 최소화한 사례로 평가될 수 있을 것이다.

하지만 보다 중요한 점은 차세대반도체 기반기술 개발사업의 계획, 시행, 평가 과정에서 대기업을 중심으로 한 연구개발 네트워크가 공고해지고 이를 기반으로 국가가 특정 대기업과 동일시되는 경향이 짙어졌다는 점이다. 계획 단계에서 과제의 추진 체계를 둘러싼 논쟁은 정부와 기업 간의 마찰이 아닌 정부 부처들 간의 마찰을 통해 발생했다. 이러한 구도 속에서 과제의 주관 부처인 과학기술처는 삼성의 입장과 크게 다르지 않았으며, 이는 과제의 시행 도중 삼성의 단독 성공을 둘러싼 논쟁에서도 마찬가지였다. 256M DRAM의 개발 성공 이후 혁신학계의 사회과학자들은 삼성의 DRAM 개발을 사례로 삼아 혁신의 요인을 탐구하기 시작했고, 이와 동시에 대기업 중심의 연구개발 네트워크가 형성되기 이전 정부출연연구소의 역할은 비판의 대상이 됐다.

과거 정부출연연구소의 도움 없이 자체적으로 기술을 도입하고 연구개발에 매진하여 256M DRAM의 개발에 성공했다는 서사는 당시 일본을 비롯한 동아시아의 성공적인 기술 개발 성공 사례들과 함께 1990년대 이후 부상하던 혁신학계의 연구자들의 주목을 받았다. 이들은 슈퍼터의 전통적인 혁신 개념을 문제시하며 창조와 발명보다는 모방과 학습에 주목하는 혁신에 대한 새로운 이해를 요청했다. 이들의 사례 연구들은 연구개발 활동의 최종 수요자로서 기업을 중심에 두고 국내 연구개발 활동들

간의 연계 강화 방법을 모색하는 국가혁신체제라는 연구프로그램이 더욱
공고히 하는 데 기여했다. 이처럼 차세대반도체 기반기술 개발사업은 선
도기술개발사업의 취지가 가장 잘 반영된 과제였을 뿐만 아니라, 1990년
대 기술혁신에 대한 새로운 이해방식이 출현하게 된 여러 계기들 중 하
나이기도 했다.

제 3 부 “국가혁신체제” 속의 대학,
2000-2010

제 5 장 21세기 프론티어 사업

21세기 프론티어 사업은 선도기술개발사업의 후속 사업으로 1999년부터 2013년까지 약 10년간 과학기술부가 과제당 총 1,000억 원 내외의 연구비를 지원한 대형 국가연구개발사업이다. 정부의 발간물들에 따르면 21세기 프론티어 사업은 이전 국가연구개발사업들에 비해 다양한 분야의 연구개발 정책 전문가, 경제 환경 미래 예측 전문 기관 등이 다수 참여하여 대형 연구개발사업 계획의 체계화 및 정교화가 시도됐다. 특히 21세기 프론티어 사업은 특정 상품의 개발에 적용될 수 있는 기술이 아닌, 원천기술의 개발이라는 목표를 내걸고 장기간에 걸쳐 연구 활동을 지원했다는 점이 강조돼왔다.

이와 같은 21세기 프론티어 사업의 특징들과 관련하여 다음과 같은 질문들을 던질 수 있을 것이다. 이전의 국가연구개발사업들과는 달리 원천기술의 개발을 주된 목표로 설정하게 된 계기는 무엇인가? 그러한 목표가 설정되는 과정에서 기존의 정부출연연구소, 기업, 학계의 역할 및 이들 간의 관계는 어떻게 변화했는가? 국가연구개발사업의 전문화 및 체계화는 이러한 변화에 어떤 방식으로 기여했는가? 결과적으로 원천기술에 대한 강조는 국가연구개발사업의 어떤 측면을 변화시키고 유지시켰는가? 5장은 21세기 프론티어 사업의 계획과 초기 시행 과정을 통해 해당 사업에 참여한 다양한 행위자들이 어떠한 역할을 수행했고, 이들이 21세기 프론티어 사업의 성격을 구성해 나가는 데 어떻게 기여를 했는지를 살펴봄으로써 위의 질문들에 대한 답을 모색할 것이다.

5.1. 전문가 기획단의 구성

제15대 대통령 선거에서 김대중 대통령 후보자가 김종필 자유민주연합(이하 자민련) 총재와의 연합으로 정권 교체에 성공한 뒤, 1998년 자민련은 김대중 행정부의 수립을 위한 조각에서 재정경제부, 건설교통부, 보건복지부, 해양수산부, 환경부, 과학기술부 장관의 몫을 받았다. 당시 자민련의 사무총장이었던 강창희는 김종필과 상의하며 장관들을 결정해 나갔고, 정부조직법 개정으로 과학기술처에서 승격된 과학기술부(이하 과기부)의 장관은 김종필에게 자신을 추천한 강창희가 배정됐다. 강창희는 육군사관학교 25기 출신으로 육사생도 시절 오명 교수로부터 전기공학 강의를 수강한 적이 있었다. 육군 소위로 임관한 뒤에는 1974년 전두환의 발탁으로 수도방위사령부에서 군 경력을 쌓았으며, 하나회 막내 출신으로 12·12 사태 직후 수경사령관이었던 차규헌 장군의 부관을 지내기도 했다. 전두환 대통령의 지시로 민정당 창당 과정에서 조직국장으로서 정치에 입문, 11대, 12대 전국구 의원을 지낸 뒤 1995년에는 자민련에 합류했으며, 1997년에는 자민련 사무총장으로 취임했다.²⁹⁰⁾

1999년 1월 과기부는 “21세기 프론티어 연구개발사업 추진계획(안)”을 내놓았다. 이 계획안에서 과학기술부는 G7 선진국 진입을 목표로 추진되어 온 선도기술개발사업이 2001년에 종료됨에 따라 그간의 축적된 연구시설, 기술 및 인력을 토대로 연구개발 활동을 지원할 필요가 있다고 보았다. 이를 위해서 프론티어 사업은 지원 대상 분야를 “국제사회에서 경쟁할 수 있는 우리만의 강점기술” 10개로 좁히고, 연구 수행 주체는 “우수연구역량을 보유한 연구집단(center of excellency)”을 선정하고자 했다. 사업의 진행 기간은 2000년부터 2009년까지 정부가 3조 원, 민간이 2조 원을 투자하여 총 5조 원의 규모로 시행될 계획이었다.²⁹¹⁾

290) 강창희, 『열정의 시대: 80년 이후 격동하는 현대 정치사를 기록한 자전적 다큐멘터리』 (서울: 중앙books, 2009), 310, 317, 156, 21-36.

291) 과학기술부 기초연구국 원천기술개발과, “「21세기 프론티어연구개발사업」 계획 수립절” (국가기록원, 1999), (관리번호: DA0868832), 259.

선도기술개발사업과 마찬가지로 21세기 프론티어 사업 역시 과학기술부 연구개발국의 박영일 국장의 주도 하에 계획됐다. 박영일 국장은 선도기술개발사업 계획에 대한 경험을 바탕으로 21세기 프론티어 사업 역시 “프론티어연구개발사업 전문가기획단”을 구성하고 운영하기로 했다.²⁹²⁾ 기획단의 위원장으로 선임된 강광남 박사는 당시 과학기술정책연구원 원장으로, 선도기술개발사업의 차세대 반도체 기반기술 개발사업을 계획했으며, 해당 사업단의 초대 단장을 잠시 역임한 적이 있었다. 서울대 물리학과를 졸업하고 프랑스 그레노블 공대에서 전자공학으로 박사학위를 받은 강광남은 1968년부터 한국과학기술원에서 공채 1기로 경력을 쌓아온 인물이었다. 그는 한국과학기술원의 광전자연구실장을 거쳐 과학기술정책관리연구소 연구기획관리단 전문위원 및 단장, 항공우주 연구조정관, 기계전자연구조정관, 연구개발조정실장, 정책연구원장을 역임했다. 위원장 외에도 산업계 5명, 학계 6명, 정출연 5명으로 구성된 위원들이 합류했고, 선도기술개발사업에 직접 참여하여 연구를 수행했던 최기련과 한민구가 당연직으로 참가했다. 이 중에서 한민구 서울대 전자공학과 교수는 선도기술개발사업의 차세대 반도체 기반기술 개발사업에서 사업 단장을 맡았던 이력이 있었다.

구분	성명(최종)	소속 및 직위 (당시)	전공
위원장	강광남	과학기술정책연구원 원장	전자공학
산업계	민경집	LG 종합기술원 전략지원팀 부장	화학공학
	이상훈	한국통신 통신망연구소 소장	전자통신
	강형자	(주)인터넷 씨큐리티 사장	영문학
	송지오	삼성자동차 연구소 소장	기계공학
	우유철	현대우주항공연구소 선행기술개발팀장	항공기계

292) 박영일, 저자와의 인터뷰, (2019. 6. 3.).

구분	성명(최종)	소속 및 직위 (당시)	전공
학계	전승준	고려대학교 화학과 교수	물리화학
	서종수	연세대학교 기계전자공학부 교수	디지털 통신
	이관행	광주과기원 가전공학과 교수	산업공학
	박영미	인천대학교 생물학과 교수	생명공학
	김남균	전북대학교 생체공학과 교수	의공학
	최덕균	한양대학교 무기재료공학과 교수	전기재료
연구기관	이홍금	한국해양연구소 책임연구원	미생물학
	이호성	표준과학연구원 책임연구원	물리학
	한화진	한국환경정책평가연구원 연구위원	대기화학
	노형민	한국과학기술연구원 책임연구원	교통물류시스템
	권오경	교통개발연구원 연구위원	생산시스템
당연직	최기련	G7 기획자문위원장, 아주대학교 교수	에너지경제학
	한민구	G7 기획자문위원, 서울대학교 교수	전자공학
간사	강주명	한국과학기술평가원 전문위원	석유공학
	박종용	과기부 연구개발기획과장	기술경영·정책학
계	21명		

표 5-1 21세기 프론티어 사업 추진기획위원회 명단 (출처: “2002년 대상사업 도출을 위한 기획연구”, 4)

추진기획위원회의 이와 같은 구성은 프론티어 사업이 그 성격에 있어서 선도기술개발사업과 어떤 차이가 있는지를 보여준다. 선도기술개발사업 기획단에서는 산업계 인사가 가장 많은 비중을 차지했던 반면, 프론티어 사업의 추진기획위원회는 당연직 위원을 포함하면 총 19명 중 8명이 대학 교수로 가장 큰 비중을 차지하고 있었다. 이와 같은 대학 교수의 높은 비율은 추진기획위원회의 분야별 소위원회의 구성에서 더욱 뚜렷하게 드러난다. 추진기획위원회 하에는 생명과학·보건의료, 정보통신, 소재·공정, 기계설비, 에너지·자원·환경·해양, 우주·항공, 기초원천, 사회간접, 원자력 분야에 해당하는 총 9개의 소위원회가 구성되어 있었는데

이들 소위원회의 구성 역시 대다수가 대학 교수들로 구성됐다. 소위원회 전체 인원 중에서 관계 부처 및 KISTEP 인원을 제외한 산·학·연 인사 총 77명 중에서 절반에 가까운 34명이 대학 교수로 가장 큰 비중을 차지했다. 이러한 경향은 분야마다 차이가 있었는데, 당시 프론티어 사업에서 다른 분야들에 비해 우선적으로 여겨졌던 생명과학·보건의료와 정보통신 분야의 소위원회의 경우 대학 교수의 비율이 과반수를 넘었다.²⁹³⁾

구분	성명(최종)	소속 및 직위 (당시)	전공
생명과학· 보건의료 분야 (산학연 총 9명)	권영근	강원대학교	생화학
	권병세	울산대학교	의학
	노정혜	서울대학교	미생물
	민병현	아주대학교	의학
	이창수	건국대학교	분자유전학
정보통신 분야 (산학연 총 9명)	박용진	한양대학교	컴퓨터 인터넷
	이수영	KAIST	인공 두뇌
	황민철	상명대학교	뇌 컴퓨터 인터페이스
	전계록	부산대학교	의공학
	김남균	전북대학교	의공학
	장진	경희대학교	LCD
소재·공정 분야 (산학연 총 10명)	김낙준	포항공과대학교	재료공학
	김화용	서울대학교	상평형
	권상직	경원대학교	플라즈마
기계설비 분야 (산학연 총 9명)	이건우	서울대학교	기계공학
	양민양	KAIST	정밀기계
	염영일	포항공과대학교	로보틱스

293) 과학기술부, “21세기 프론티어연구개발사업의 2002년 대상사업 도출을 위한 기획연구(최종보고서)” (국가기록원, 2001), (관리번호: C14M11014), 165-173.

구분	성명(최종)	소속 및 직위 (당시)	전공
에너지·자원· 환경·해양 분야 (산학연 총 9명)	김영은	단국대학교	기계공학
	강주명	서울대학교	석유공학
	박종용	광주대학교	해양생물학
	박준우	상명대학교	경제학
	배성렬	한양대학교	화학공학
우주·항공 분야 (산학연 총 9명)	이재우	건국대학교	항공우주공학
	안존	세종대학교	기체역학
	박춘배	인하대학교	비행역학 및 제어
	조태환	경상대학교	항공역학
기초원천 분야 (산학연 총 8명)	이명복	경북대학교	반도체 표면물리
	유인석	서울대학교	핵자기공명
	황정남	연세대학교	응용물리학
사회간접 분야 (산학연 총 8명)	한건영	경북대학교	재해방지
	김주현	안양대학교	교통공학
원자력 분야 (산학연 총 6명)	노승정	단국대학교	응용물리학
	박영준	서울대학교	반도체
	민경욱	KAIST	우주항공
총 77명	34명		

표 5-2 추진기획위원회 분야별 소위원회 명단 (출처: 2002년 대상사업 도출을 위한 기획연구, 165-173)

과학기술부의 입장에서 선도기술개발사업에 비해 21세기 프론티어 사업의 계획 과정에 대학 교수들을 대거 참여시키게 된 정책적 동기는 분명했다. 박영일 국장을 포함하여 과학기술부 연구개발국은 21세기 프론티어 사업을 국가연구개발사업의 목표가 1990년대 특정 상품의 개발에 적용될 수 있는 기술의 개발에서 2000년대 “원천기술(generic technology)”의 개발로 전환되는 첫 사업으로 설정했다.²⁹⁴⁾ 원천기술이란

개념은 1990년대 태시(Gregory Tassy)에 의해 여러 차례 제안된 것으로, 기초연구(basic research)에서 응용연구(applied research)로 이어지는 기존의 선형 모형에서 그 중간에 해당하는 단계를 지칭했다. 즉 원천기술의 개발 활동은 상품의 개발에 응용될 수 있다는 점에서 일반적인 기초연구보다는 응용연구의 속성을 지니고 있지만, 이와 동시에 어떤 특정한 상품이 아닌 다양한 상품들에 대한 범용적인 적용 가능성을 전제로 한다는 점에서 일반적인 응용연구보다는 기초연구의 속성을 갖고 있었다.²⁹⁵⁾ 선도기술개발사업 기획단의 다수로 참여하여 영향력을 행사했던 산업계 인사들 대신 대학 교수들을 위주로 21세기 프론티어 사업의 추진 기획위원회가 구성된 데에는 21세기 프론티어 사업을 선도기술개발사업에 비해 기초연구에 한 단계 더 가깝게 위치시킨다는 과학기술부의 개념적인 도식이 있었다.

이 외에 선도기술개발사업의 경험을 통한 정책적 학습 효과도 영향을 미쳤다. 선도기술개발사업 중 256M DRAM의 개발 과제는 계획 단계에서부터 기업 및 정부 부처들 간의 의견 차이로 시행이 연기됐을 뿐만 아니라, 시행 도중 삼성의 독자적인 개발 성공 발표로 사업을 관장하던 과학기술처가 곤란한 처지에 놓이기도 했다.²⁹⁶⁾ 이는 소수 기업의 상품화에 응용될 수 있는 선도기술개발사업의 모형이 더 이상 실질적인 효과를 유발하지 못한다는 점을 보여주는 것이기도 했다. 반도체 분야의 새로운 과제는 DRAM이라는 제품의 개발이 아니라 여러 반도체 소자들에 적용될 수 있는 기술 분야의 개발을 목표로 삼을 필요가 있었던 것처럼 새로운 국가연구개발사업 역시 이른바 원천기술의 개발을 목표로 삼을 필요가 있었다.²⁹⁷⁾

물론 그렇다고 해서 21세기 프론티어 사업이 기초연구의 지원을 목적

294) 박영일, 저자와의 인터뷰, 2019년 6월 3일.

295) Gregory Tassy, *Technology Infrastructure and Competitive Position* (New York: Kluwer Academic Publisher, 1992), 60; Gregory Tassy, *The Economics of R&D Policy* (Westport, Conn.: Quorum, 1997), 131-151.

296) 이에 대한 보다 구체적인 서술은 4단원 참조.

297) 박영일, 저자와의 인터뷰, 2019년 6월 3일.

으로 계획된 것은 아니었다. 박영일 국장은 21세기 프론티어 사업 이전에 창의적연구진흥사업의 계획을 주관하면서 해당 사업이 원리를 규명하거나 새로운 분야를 창조할 수 있는 연구 활동을 지원할 수 있도록 했다.²⁹⁸⁾ 이에 따라 창의적연구진흥사업은 새로운 연구 흐름을 개척할만한 연구 주제를 자유 공모 후 심사를 통해 과제를 선정하는 “줄기형 연구사업”과제와 이보다 더욱 창의적이고 불확실성이 높아 현재 학계에서 평가하기 어려운 연구 주제를 “씨앗형 연구사업”으로 구성됐다. 이러한 취지에 따라 창의적연구진흥사업은 시행 첫 해 선정된 총 27개의 과제 중에서 대학이 20개의 과제를 수행하는 것으로 개시됐다.²⁹⁹⁾ 이러한 성격의 국가연구개발사업이 이미 진행되고 있는 상황에서 과학기술부는 1990년대의 선도기술개발사업을 응용연구로, 21세기 프론티어 사업을 원천기술연구로, 창의적연구진흥사업을 기초연구로 설정하고 있었다.

5.2. 대학의 성장

21세기 프론티어 사업의 계획 과정에서 대학 교수의 참여 비율이 이전 사업에 비해 증가한 데에는 1990년대 후반까지 이어진 대학의 성장이 역시 중요한 배경을 차지한다. 1983년 특정연구개발사업 하에서 대학을 지원 대상으로 신설된 목적기초연구사업이 시행된 이후 제한된 대학 연구실들이 연구비를 지원받기 시작했다. 대학들 역시 연구소들을 설립하면서 연구 역량을 확충해 나갔다. 서울대는 1985년 반도체공동연구소를 시작으로 1991년까지 26개의 연구소가 신설됐고, 1986년에 설립된 포항공대는 1988년 포항가속기연구소를 시작으로 분야별 연구소들을 설립해 나갔다.³⁰⁰⁾

298) 박영일, 저자와의 인터뷰, 2019년 6월 3일.

299) 과학기술처, 『과학기술연감』 (1997), 16.

300) 문만용, 『한국 과학기술 연구체제의 진화』 (과주: 들녘, 2017), 298-301.

이후 한국연구재단이 대학의 연구 활동을 대규모로 지원하기 위해 1989년부터 시행한 우수연구센터(Center of Excellence)는 대학의 연구 역량을 향상시키는 데 크게 기여했다. 이 사업은 기초과학 분야를 대상으로 하는 과학연구센터(Science Research Center: SRC)와 응용 연구를 대상으로 하는 공학연구센터(Engineering Research Center: ERC)를 선정하여, 선정된 센터들은 20명 이상의 교수와 100명 이상의 석·박사 과정 학생이 참여하여 공동 연구를 할 수 있도록 했다. 이 사업에 선정된 센터는 3년마다 중간평가를 거친 뒤 총 9년간 연 5억 원에서 10억 원 규모의 연구비를 지원받을 수 있었고, 우수연구센터로 선정된 대학 연구실들의 국제학술지 논문 출판 수는 1999년까지 크게 증가했다.³⁰¹⁾

대학의 연구 활동에 대한 제도적인 지원의 확대와 더불어, 1990년대는 우수 연구 인력이 국내 대학에 집중된 시기이기도 했다. 특히 잦은 통폐합과 국가연구개발사업 과제의 변동, 그리고 PBS의 시행으로 정부출연연구소의 연구원들은 신분에 대한 불안, 상대적으로 낮은 보수, 자율적인 연구 분위기 부재 등의 어려움을 겪고 있었고, 이는 1990년대 많은 수의 젊은 박사급 연구자들이 대학으로 이직하는 결과로 이어졌다. 이 당시 설문 조사에 따르면 정부출연연구소 소속 연구원들의 70-80% 정도가 기회만 주어진다면 대학 등으로 이직하고 싶다고 답했고, 특히 이직에 성공한 인원 중 대부분은 일반적으로 가장 활발한 연구 활동을 전개할 시기인 20대에서 40대에 해당하는 박사급 연구원들이었다.³⁰²⁾ 이 시기는 국내 연구 기관들 간의 인력 이동 뿐 아니라, 해외로부터의 유입 역시 활발히 이루어진 시기였다. 1980-90년대 미국 유수의 대학에서 박사학위를 받고 미국 학계 및 산업계에서 연구 경력을 이어나가던 많은 우수 연구 인력들은 1990년대 들어 연구환경이 나아진 서울대, 카이스트, 포항공대 등으로 돌아와 연구 활동을 이어나갔다.³⁰³⁾

301) 같은 책, 301-305.

302) 동아일보, “경쟁력 국제화시대 사는 길 (27) 정부출연연 연구원들이 떠난다” (1994. 2. 18); 동아일보, “술렁이는 대덕연구단지 현지 르포 명퇴...이직...불꺼진 ‘과학메카’” (1999.4.23.).

이처럼 1999년에 이르기까지 대학의 연구 역량이 크게 성장한 상황에서 수립된 『2025년을 향한 과학기술발전 장기비전』(이하 2025년 장기비전)은 대학의 연구실이 대형 국가연구개발사업에 참여할 수 있는 하나의 기회로 작용했다. 기획단이 구성되고 프론티어 사업의 준비 작업에 착수할 무렵 과기부에 의해 수립된 2025년 장기비전은 “국가혁신시스템의 역량 강화를 위한 정책방향”을 제시하고 이러한 틀 안에서 프론티어 연구개발사업을 위치시키고 정당화했다.³⁰⁴⁾ 2025 장기비전의 수립 참여자 명단과 그 내용은 당시 프론티어 사업의 성격을 정당화하는 국가혁신시스템이라는 개념들이 어떤 의미로 도입됐고, 그러한 틀 안에서 대학이 어떤 역할을 자처해 나갔는지를 짐작할 수 있게 해준다는 점에서 의미가 있다.

2025년 장기비전의 수립에 참여한 인물들의 구성은 전체적인 계획 및 조정을 위한 역할보다는 구체적인 분과위원회의 활동 및 자문의 단계에서 대학 교수의 참여 비율이 월등히 높아진다는 점에서 프론티어 사업의 추진기획위원회의 구성과 유사한 형태를 띠고 있었다. 기획위원장은 임관 삼성종합기술원 원장이 맡았고, 정보통신 분과위원장은 숭실대학교 김명원 교수, 생명·의료 분과위원장은 서울대학교 황우석 교수, 재료 분과위원장은 삼성종합기술원 이조원 박사, 에너지 분과위원회는 한국에너지기술연구소 신희성 박사, 환경 분과위원회는 한국과학기술연구원 문길주 박사가 맡았다. 이 중에서 정보통신 분과위원은 총 12명 중 7명, 재료 분과위원은 총 12명 중 6명이 대학 소속으로 산·학·연 중 가장 높은 비율을 차지하고 있었고, 분과위원들 외에 한국과학기술한림원 및 한국공

303) Hyungsub Choi, “Emerging Opportunities: Nanoelectronics and Engineering Research in a South Korean University”, *History and Technology: An International Journal* 30(4) (2014), 339.

304) 과학기술부, 『2025년을 향한 과학기술발전 장기비전: 꿈의 기회와 도전의 과학기술』 (과천: 과학기술부, 1999), 145. 이 계획을 이전의 과학기술 장기계획들과 비교한 분석으로는 다음을 참조할 수 있다. 송성수, “한국 과학기술계획의 진화: 장기종합계획에 관한 내용분석을 중심으로”, 『한국민족문화』 37 (2010), 425-458.

학한림원, 그리고 자문을 통해 다수의 대학 교수들이 2025년 장기비전의 수립에 참여했다.³⁰⁵⁾

이들이 2025년 장기비전에서 제시한 “국가혁신시스템의 역량 강화를 위한 정책방향”이란 정부가 아닌 민간이 주도하는 연구개발체제를 의미했다. 이들은 기술혁신이 가속화되는 21세기 지식기반사회에 신속하고 유연하기 대응하기 위해서는 “과학기술의 최종 수요자”인 민간 기업 중심의 혁신체제로 전환되어야 하며, 정부는 기업이 국내 자원을 최대한으로 활용해 경쟁력을 제고할 수 있도록 보조하는 역할을 수행해야 한다고 보았다.³⁰⁶⁾ 2025년 장기비전은 이를 실현하기 위해 국가과학기술정책과 연구개발사업에 대한 주요 의사결정 과정에서 기존 기술관료들보다는 비정부기구를 포함한 민간 전문가들이 주된 역할을 수행해야 한다고 제안했다.³⁰⁷⁾

과학기술의 최종 수요자로서 민간 기업을 중심에 놓고 민간 전문가들의 역할 확대를 제안하는 모습은 선도기술개발사업의 정당화 과정에서 제기됐던 주장들과 크게 다르지 않으나, 2025년 장기비전은 민간 기업 중심의 국가혁신시스템 안에서 대학 연구실에 대한 기업의 관심을 요청했다는 점에서 이전과 다른 특징을 지니고 있었다. 2025년 장기비전은 기초연구가 “21세기 신기술, 신산업 창출의 기반이 되는 기술이므로 이에 대한 기업의 관심이 필요”하다며, “미국의 과학기술과 산업의 경쟁력이 대학의 연구능력 제고와 기업과의 연계에 바탕하고 있음을 고려할 때 대학에 대한 기업의 지원이 강화되어야 한다”고 주장했다.³⁰⁸⁾

이에 대한 보다 구체적인 지원 방향은 서울대 물리학과 임지순 교수와 포항공대 인문사회학부의 임경순 교수에 의해 제시됐다. 2025년 장기비전은 21세기 기초과학에 대한 전망을 당시 대통령자문 정책기획위원회에서 과학기술 분야 위원이었던 임지순의 보고서로부터 빌려왔다. 임지

305) 과학기술부, 『2025년 장기비전』, 154-156.

306) 같은 책, 122.

307) 같은 책, 123.

308) 같은 책, 133.

순은 “새천년을 향한 과학기술발전” 보고서에서 21세기 물성과학 분야는 “소립자 물리학을 주축으로 하고 있는 환원주의적인 과학 활동보다는” 단전자 트랜지스터, 탄소나노튜브 등과 같은 분자나 원자 크기의 입자로 전자 소자를 만드는 나노테크놀로지 분야가 부상할 것으로 예측했다.³⁰⁹⁾ 특히 임지순에게 있어서 기초과학의 발전은 상품의 판매와 직결될 수 있는 주요 요소였다. 그에 따르면, 기초과학의 토대가 확립된 “미국이나 일본에서 만들어진 상품을 무조건 믿고 더 비싼 가격으로도 주저없이 사는 것은 일반인들에게 너무나 당연한 사실”이라는 점을 감안할 때, 노벨상 수상은 그 자체로서뿐만 아니라 해당 국가에서 생산된 상품의 품질을 보증할 수 있다는 점에서 중요했다.³¹⁰⁾ 임지순은 20세기가 실리콘을 중심으로 한 실리콘 밸리의 시대였다면 21세기에는 탄소를 중심으로 산업이 재편성될 것이라 예측하면서 정부가 이러한 새로운 형태의 카본 밸리를 첨단과학기술 단지로 조성할 필요가 있다고 주장했다.³¹¹⁾

과학사학자인 임경순은 역사적인 사례를 통해 유사한 변화의 가능성을 제시했다. 임경순은 “1990년대 과학계의 판도를 바꾼 가장 커다란 사건”으로 초전도충돌형가속기(Superconducting Super Collider, 이하 SSC)의 건설이 중단되고 인간 게놈 프로젝트가 추진된 것을 들었다. SSC는 세계 최대 규모의 가속기로 표준모형(Standard Model)의 남겨진 문제 중 하나였던 힉스 입자의 발견을 목표로 1983년에 인가되어 에너지성의 지원 하에 텍사스 주에 건설이 시작됐지만, 막대한 비용과 관리 문제에 대한 비판에 직면하여 의회는 1993년 해당 프로젝트를 중단시켰다. 임경순은 이 예시의 원인이 되는 배경으로 국가안보와의 연관 하에 고에너지 물리학을 지원하던 정부의 명분 상실, 이로 인한 고에너지 물리학의 퇴보와 산업체와의 협력을 통한 고체물리학자 집단의 성장 등을 들었다.

309) 같은 책, 105; 임지순, 강명구 편집, 『새천년의 과학기술과 지식기반사회』 (서울: 나남출판, 2000), 23-24. 보고서는 다음 해에 『새천년의 과학기술과 지식기반사회』로 출판됐다.

310) 같은 책, 20.

311) 같은 책, 29.

이에 비해 게놈 프로젝트는 더욱 방대한 규모로 확장되고 있음을 보이면서, 임경순은 21세기의 기초과학은 “단순히 물질의 궁극적인 원리를 탐구한다는 명분으로 추진되던 분야보다도 놀라운 속도로 변화하는 사회적 요구에 더욱 잘 부합할 수 있도록 적극적으로 변신하는 과학 분야가 각광받게 될 것”이라고 주장했고, 이는 그대로 2025년 장기비전에 인용됐다.³¹²⁾

응집물질의 성질을 탐구하는 고체 물리학이나 그 외 생명과학과 같은 기초과학의 어떤 특정한 분야를 미래 산업계의 필수 요소로 위치시키는 전략은 이처럼 단순히 자문의 형태로 존재하기 이전에 이미 임지순 본인에 의해 실행되고 있었던 내용이었다. 서울대 물리학과를 졸업한 임지순은 버클리대에서 탄소나노튜브 다발의 전기적 성질을 최초로 발견한 공로로 당시 전 세계 물리학자들의 주목을 받고 있었다. 이전까지 한 개의 탄소나노튜브가 반도체로 작동할 수 있다는 사실은 이미 알려져 있었지만, 기술적으로 도핑이 어려워 실용화가 불가능하다는 문제가 있었다. 이러한 문제에 대해 축구공 모양의 풀러렌(fullerene, C_{60})을 합성해 노벨 화학상을 수상한 스몰리(Richard E. Smalley)는 1996년 탄소나노튜브 다발의 합성에 성공했고, 1997년 임지순은 탄소나노튜브가 다발을 이룰 때 튜브 간 상호작용에 의해 도핑을 하지 않아도 도핑한 반도체의 성질을 띤다는 것을 최초로 발견함으로써 탄소나노튜브의 상용화 가능성을 크게 높였다.³¹³⁾

이러한 발견을 전후하여 임지순은 서울대 공대의 이흥희, 박병국, 김기범 교수 등과 함께 서울대 초미세소자연구소를 통해 기업으로부터 대규

312) 임경순, “21세기 과학의 갈림길” 『한국경제』 (1999.11.23); 과학기술부, 『2025년 장기비전』, 106. SSC와 게놈 프로젝트에 대한 대표적인 분석은 다음을 참조. Daniel J. Kevles, “Big Science and Big Politics in the United States: Reflections on the Death of the SSC and the Life of the Human Genome Project,” *Historical Studies in the Physical and Biological Sciences* 26, no. 2 (1997), 269-297.

313) 이 논문은 1997년 7월 23일에 제출되어 1998년 1월 29일에 출판됐다. Paul Delaney et al., “Broken Symmetry and Pseudogaps in Ropes of Carbon Nanotubes,” *Nature* 391 (1998), 466-468.

모의 연구비를 지원받고 있었다. 이들은 양자점, 단전자 소자, 탄소나노튜브에 대한 연구를 수행하기 위해 서울대에 초미세소자연연구소를 설립할 것을 계획하고 삼성과 LG와 같은 기업들로부터 연구비 후원을 받기 위한 연구 제안서를 회람했다. 이들의 제안을 거절했던 삼성 경영진과는 달리 LG는 초미세소자연연구소에 1996년부터 2002년까지 150억 원을 투자하기로 결정했는데, 이는 당시 선도연구센터사업 등을 통해 정부가 한 연구실에 지원하는 규모의 2-3배에 달하는 규모였다. 이와 같은 기업의 대학 연구실에 대한 대규모 투자는 1990년대 중반 한국 반도체 산업의 급속한 성장과 스탠포드의 연구 단지를 모형 삼아 기업 연구소를 유치하고자 했던 서울대의 적극적인 움직임 속에서 이루어진 것이었다.³¹⁴⁾

이처럼 2025년 장기비전을 통해 프론티어 사업을 큰 틀에서 정당화하고 있었던 “국가혁신시스템의 역량 강화”라는 다소 모호한 표현은 해당 비전의 수립에 참여한 대학 교수들의 제안과 그들이 당시에 실제로 행했던 연구 활동을 통해 보다 명확하게 이해될 수 있을 것이다. 이들이 국가혁신시스템을 거론하며 첫 문장으로 인용하고 있는 OECD 보고서의 표현대로 “지식정부란 기업이 국내자원과 능력을 최대한으로 활용해 세계시장에서 경쟁력을 향상시키도록 지원하는 협력자”였고, 장기비전의 수립에 여러 경로로 기여한 교수들은 대학의 연구실을 기업이 활용할 수 있는 “국내자원과 능력”으로 내세우고자 했다.³¹⁵⁾ “현재 우리나라 기업의 연구개발 활동은 거의 모두 기업 내부에서 자체적으로 수행되고 있”지만, 이른바 “국가혁신시스템의 역량 강화”를 통해 21세기에 부상하게 될 신산업 분야의 기초과학 연구를 기업이 지원하고 활용할 수 있도록, 기술관료 중심이 아닌 기업인과 대학 교수 위주로 구성된 비정부 민간 전문가 중심으로 국가연구개발사업이 입안되고 추진될 필요가 있었다.³¹⁶⁾ 이러한 국가혁신시스템의 틀 속에서 프론티어 사업은 “연구개발 기획 기

314) Hyungsub Choi, “Emerging Opportunities,” 340-341.

315) 과학기술부, 『2025년 장기비전』, 115.

316) 같은 책, 133.

능을 대폭 강화해야 하고, 이를 위한 전문가 풀(pool)을 상시 운영해야” 했다.³¹⁷⁾ 프론티어 사업은 선도기술개발사업과 마찬가지로 기업이 연구 개발 활동의 최종 수요자의 위치를 차지하지만, 대학이 스스로를 기업을 위한 중장기적인 지식의 생산자로 자처했다는 점에서 차이가 있었다.

5.3. 사업 후보 과제의 도출

추진기획위원회가 조직된 직후인 3월 23일, 강창희 장관은 자민련 내 각제추진위원장이었던 김용환 의원으로부터 장관직을 사임하고 내각제를 보다 본격적으로 추진하자는 제의를 받고 장관직을 돌연 사임했다.³¹⁸⁾ 강창희는 사임과 함께 후임 장관으로 서정욱을 추천했다. 서정욱은 1990년부터 1992까지 과학기술처 차관으로 선도기술개발사업을 기획하고 시행하는 작업을 마무리한 뒤, 한국과학기술원 원장(1992-1993)을 거쳐 한국이동통신(현 SK 텔레콤) 사장(1995-1997) 및 부회장(1998-1999)을 역임한 바 있었다. 서정욱은 1995년 디지털 이동통신기기의 국가표준을 정하는 과정에서 강창희와 인연을 맺은 바 있다. 강창희가 14대 국회(1992-1996) 통신과학기술위원회 소속으로 활동하던 1995년 10월, 이동통신기기의 표준을 놓고 한국통신이 투자한 시분할 다중접속 방식(이하 TDMA)과 한국이동통신(현 SK 텔레콤)이 투자한 코드분할 다중접속 방식(이하 CDMA)을 놓고 격렬한 논쟁이 벌어졌다. 강창희 의원은 두 기술 중 CDMA를 적극적으로 옹호하는 입장이었고, 해당 기술이 표준으로 선택된 후 서정욱 사장은 강창희 의원에게 “열성에 감명을 받았다”며 감사를 표했다.³¹⁹⁾

317) 같은 책, 145.

318) 강창희, 『열정의 시대』, 171.

319) 강창희는 본인이 한국이동통신의 CDMA를 옹호하는 과정에서 “당신이 뭘 안다고 그렇게 나서느냐”, “SK에서 돈을 받았느냐” 등의 비난과 의혹을 받았다고 회고한다. 강창희, 『열정의 시대』, 154-156.

장관으로 과기부에 복귀한 서정욱은 1999년 3월 26일-28일에 열린 “21세기 프론티어연구사업 워크숍”에 참가했다. 그는 격려사를 통해 당시 차관으로 활동했던 시기인 “G7사업을 처음으로 준비하고 기획을 하던 10여 년 전의 기억”을 떠올리며 선도기술개발사업의 전문가기획단의 활동을 술회했다. 이에 따르면, 선도기술개발사업은 “이전과는 다른 개념의 체계적인 국가연구개발사업”으로서 사업의 기획을 위해 산학연 전문가로 전문가 기획단을 구성했고, 이들이 “사업의 철학과 개념 정립”부터 기술동향 조사, 후보과제의 도출 등 사업 추진을 위한 모든 일을 주도적으로 추진해 나갔다. 서정욱 장관은 당시 선도기술개발사업의 기획단이 후보과제들을 도출하는 과정에서 친한 친구의 부탁마저도 거절하고 국가를 위한 사명감으로 일한 결과 해당 사업이 256M DRAM, HDTV 등과 같은 분야에서 크게 성공할 수 있었다고 평가했다. 그는 선도기술개발사업이 성공할 수 있었던 데에는 전문가기획단의 역할이 지대했다는 점을 강조하면서 21세기 프론티어 사업의 추진기획위원회 역시 “앞으로 10년 동안 우리나라 연구개발의 방향과 틀을 세운다는 점을 인식”하며 최선을 다해줄 것을 당부했다.³²⁰⁾

프론티어 사업 추진기획위원회가 후보 과제를 도출하는 방법은 크게 세 가지 방식을 따랐다. 첫째는 기획단 위원들이 직접 제안을 하는 것, 둘째는 국내 연구자들을 상대로 한 설문조사, 셋째는 한국개발연구원(Korea Development Institute, KDI)의 거시경제 및 기술에 대한 시나리오 분석이었다. 세 절차가 병렬적으로 진행된다면 기획단은 이들을 종합하여 과제를 최종적으로 도출할 예정이었다.³²¹⁾

과제 도출을 위한 첫째 방법으로 기획단은 4월 16일부터 24일까지 9일간 정부출연연구소, 산업계, 학계, 사회·소비자단체, 협회 등 광범위한 범위에 걸쳐 무작위로 추출된 총 10787명을 대상으로 1차 설문 조사를 진

320) 과학기술부 연구개발국 연구개발기획과, “21세기 프론티어연구개발사업 자료”, 220-222.

321) 과학기술부 연구개발국 연구개발기획과, “21세기 프론티어연구개발사업 자료”, 12.

행했다. 설문은 프론티어 사업에서 우선적으로 추진해야 할 과제들을 복수로 제안하고 각각에 대한 추천 이유를 묻는 방식으로 이루어졌고, 이 중에서도 우선순위로 추진되어야 할 과제가 무엇인지를 물었다. 답변자는 본인이 우선순위로 추천한 과제가 기초-응용-개발 중 어디에 해당하는지, 그리고 산업계와 공공기반 중 어느 영역에 해당하는지를 선택해야 했으며, 과제에 투입되어야 할 연구개발 기간과 국내의 기술 수준, 성공 가능성 등을 객관식으로 물었다.

이러한 설문 조사의 주된 대상은 사실상 대학과 산업계로 설정됐다. 총 10,787명의 설문 대상자 중 4,149명과 3,925명이 각각 대학과 산업기술진흥협회 소속이었는데 이에 적극적으로 답한 집단은 대학이었다. 설문조사를 통해 제안된 과제의 수 총 6,244개 중 절반이 넘는 3,600개의 과제가 대학에 의해 제안됐고, 산업계와 정부출연연구소는 각각 1,220개와 1,424개의 과제를 제안했다. 복수의 과제들 중에서 1순위로 제안된 과제 수에서도 산업계와 정부출연연구소는 각각 352개와 369개의 과제를 제안한 반면, 대학 측은 1,008명의 응답자가 각각 한 개씩 총 1,008 개의 1순위 과제를 제안했다. 특히 대학은 생명공학, 전기·전자, 정보산업 분야에 그들이 제안한 전체 과제 수 3,600개 중 절반이 넘는 1,834개의 과제를 제안하고, 1,008개의 1순위 과제에 대해서도 이들 분야에 519개의 과제를 제안했다.³²²⁾

둘째 방법으로 각각의 기획단 위원들은 자신이 속한 기술 분야에서 책임위원을 맡고 하부 위원회를 구성한 뒤 기술동향 조사를 통해 96개의 과제들을 다음과 같이 도출해냈다.³²³⁾

322) 과학기술부, “21세기 프론티어 연구개발사업을 위한 사전 기획연구” (과학기술부, 2000), 41. 과학기술부 기초연구국 원천기술개발과, “「21세기 프론티어연구개발사업」 계획 수립철”, 227.

323) 과학기술부 연구개발국 연구개발기획과, “21세기 프론티어연구개발사업 자료”, 159-161; 과학기술부, “21세기 프론티어 사전 기획연구”, 28-35. “사전 기획연구”의 명단은 성명만 공개된 채 소속은 비공개로 되어 있지만 “21세기 프론티어연구개발사업 자료”는 성명이 비공개로 되어 있고 소속이 공개되어 있다. 위의 표는 이 두 개의 자료를 종합한 결과이다.

기술분야	책임 위원	위원	도출 과제
전기·전자	한민구 (서울대)	이병호(서울대) 윤의식(KAIST) 권영오(서울대) 오상록(KIST) 이강석(삼성종기 원)	극미세, 저전력 반도체 소자·설계기술 차세대 Display 기술 Man-machine interface Bio-Chip MEMS(Micro Electro Mechanical System) 정보통신용 Hardware 부품(microware 포함) Laser 응용기술(광통신 포함) Car Electronics 차세대 Multimedia 기술(HDTV, DVD, PDA) 차세대 로봇기술(Robot)
정보산업	서종수 (연세대)	김진업(ETRI) 김남범(삼성종기 원) 곽경섭(한국통신 학회) 양성봉(연세대) 이홍재(한국통신) 조문재(KBS)	광대역이동 무선멀티미디어기술 초고속 광전송 기술 차세대 인터넷 기술 디지털 방송기술 GMPCS(범세계 개인 이동위성통신) 기 술 차세대 ITS 기술 멀티미디어 서버기술 OBP(On-Board Processing) 재생중계기 기술 휴대정보 단말기기술 전자상거래(EC) 기술 멀티미디어 소형 핸드 PC 고성능 멀티미디어 홈 네트워크 무인 완전 자동 운전제어 시스템(차세 대 ITS) 가상공간에서의 실시간 멀티미디어 시 뮬레이션 네트워크 게임 사이버 스페이스에서의 개인 복제

기술분야	책임 위원	위원	도출 과제
기초·원천	이호성 (표준연)	박용기(표준연) 이순철(KAIST) 박 효덕(전자부품 종기연) 이재형(서울대) 황정남(연세대) 구자용(표준연)	초고성능 차세대 초전도 전자소자기술 개발 고효율 초전도 전력기기 개발 양자컴퓨터 및 양자정보전송기술 개발 인공 오감센서 기술 개발 레이저 광기술 이온빔을 이용한 물질 및 공정제어 기 술 나노물성 평가기술 Nano Technology
소재	금동화 (KISTEP)	유 순 영(대우고기 원) 김성환(생기연) 김현희(서울대) 이재홍(화학연) 신경호(과기연)	Fine Ceramics 신금속 소재기술 고분자 소재기술 정보전자 소재
생명공학/ 해양	이홍금 (해양연)	박영훈(생명공학 연) 김창식(해양연) 박영미(인천대) 이동섭(부산대) 전영중(제일제당) 송지용(LG바이오 텍연) 이윤(수산진흥원)	유전체기능이용기술 세포기능네트워크조절기술 생물다양성이용기술 생체촉매이용기술 생체형질전환기술 신경생물공학기술 환경생명공학기술 생체저분자이용기술 해양생물다양성보전/이용기반기술 고부가가치 식량자원 개발기술 건강보건용 물질개발 해양유래 신소재 개발기술 에너지/생체 이용기술 해양환경 정화기술 해양자원 개발기술

기술분야	책임 위원	위원	도출 과제
			해양공간 이용기술 지구환경변화 대응기술 해양조사 연구기술
정밀화학· 공정	전승준 (고려대)	고훈영(KIST) 심상준(KIST) 이병민(한화연) 이관영(고려대) 박재찬(삼성중기 원)	생체 기능성 화학물질 개발 전자, 정보 통신용 기능 유기소재 클린화학기술(녹색화학기술, 청정화학 기술) 초분자 신 기능성 물질 개발 21세기형 신공정 기술
에너지/원 자력/자원	최기련 (아주대)	박영구(에너지관 리공단) 홍정석(아주대) 안남성(전력기술 연) 윤맹현(전력기술 연) 허대기(한국자원 연)	가스화 복합 연료전지 수소이용 시스템 기술 초전도에너지 기기 개발기술 도시 폐기물 유효활용 기술 Energy Network 관리기술 화석연료 Module기술 원자력 설비 제염기술
기계·우주	우유철 (현대우주 항공연)	조광래(KARI) 김석준(KIMM) 박영진(KAIST) 김문상(KIST) 유영면(자동차부 품연) 이진태(선박해양 공학센터) 조영준(생기연)	미래자동차 발전용 대형 가스터빈기술 우주발사체분야 메카트로닉스 초정밀기계/계측기기산업 초전도 전자추진선 개발 제품설계기술
사회간접자 본	권오경 (교통개발 연)	서광석(교통개발 연) 배상훈(교통개발 연) 양창호(해양수산 부)	도로교통기술 철도교통기술 해양교통기술 항공교통기술 물류시스템기술

기술분야	책임 위원	위원	도출 과제
		개발원) 박용화(교통개발연) 윤수호(건설기술연) 고현무(서울대)	건설기술 주택기술 미래공간기술 수자원기술, 자연재해방지기술
보건·의료	김남균 (전북대)	박광석(서울대) 김선일(한양대) 김연희(전북대) 김인영(삼성생명과학연)	건강관리기술 휴먼의료기기기술 인체기능회복기술 실버공학기술 식품가공기술
환경	한화진 (환경정책연)	홍민선(아주대) 문길주(KIST) 최의소(고려대) 유재성(두산환경센터) 배우근(한양대) 이근상(경기대) 류태우(생산기술연)	대기오염방지기술 수질/수자원관리기술 폐기물처리/관리기술 토양/지하수관리기술 청정기술(사전오염예방기술) 지구환경보전기술 해양환경보전기술 환경보전기술

표 5-3 프론티어 사업 분야별 제안 과제. 1999년 4월 30일 기준. (출처: “21세기 프론티어연구개발사업 자료”, 159-161)

21세기 프론티어 사업의 과제들은 그 내용과 관리 방식에 있어서 이전의 사업들과 몇 가지 구별될만한 특징이 있었다. 위의 표에서도 확인할 수 있듯이 프론티어 사업의 도출 과제들은 선도기술개발사업에 비해 그 범위가 광범위하다는 점에서 큰 차이가 있다. 가장 대표적인 예로 선도기술개발사업의 256M DRAM 개발 과제의 단장을 역임했던 한민구가 책임위원인 전기·전자 분야에서 특정한 저장 소자의 상품화 대신 반도체 소자 설계, 디스플레이 관련 기술 등의 개발을 목표로 내건 과제들이 제안됐다. 이러한 과제들의 도출은 상품의 개발을 위한 응용 연구와 기초 연구의 중간 지대에서 원천기술의 개발을 목표로 내건 21세기 프론티어

사업의 전반적인 취지와 부합하는 결과물이었다.

이와 동시에 준비 위원회에서 주목할 만한 점은 삼성 종합기술원의 역할이다. 국가연구개발사업의 과제 도출 과정에 참여한 산업계 인사의 비율은 비록 선도기술개발사업에 비해 줄어들었지만, 프론티어 사업 과제 도출 작업에 참여한 산업계 인사들 중 삼성의 종합기술원 연구원은 가장 높은 비율을 차지했다. 이들 소속의 연구원들은 전기·전자, 정보산업, 정밀화학·공정 세 분야의 책임위원으로 참여했다. 당시 삼성 종합기술원의 원장은 손욱으로, 그는 1999년에 원장으로 부임한 직후 4세대 통신을 연구하면서 국내 몇몇의 대학 연구실과 공동으로 연구개발 활동을 이어 나가고 있었다. 그의 회고는 당시 삼성 종합기술원의 입장에서 기업, 국가, 기술 개발의 관계를 어떻게 설정하고 있었는지를 간접적으로 보여준다.

기업이나 국가나 큰 방향은 같다. 국가의 기술이 어디로 갈 것인지 일관성이 없으면 모든 연구 주체가 시너지를 낼 수 없다. 선진국은 국가적으로 이를 만들어 조율하고 통일한다. 기술원이 로드맵의 중심이 되고 이를 국가적으로 발전시켜 한 방향으로 시너지를 내는 게 바람직하지 않겠나.³²⁴⁾

삼성 종합기술원에게 있어서 국가연구개발사업은 기업의 기술적 로드맵을 중심으로 삼고 “이를 국가적으로 발전시켜 한 방향으로 시너지”를 낼 필요가 있었다. 이러한 점에서 프론티어 사업에서 중시됐던 “연구개발 기획 기능[의] 대폭 강화”와 “이를 위한 전문가 풀(pool)[의] 상시 운영”은 기업의 기술적 로드맵이 이른바 국가적 로드맵으로 전환될 수 있도록 하는 매개체로서 전문가들의 역할을 강조한 것에 가까웠다. 이는 단순히 기업만이 가지고 있었던 독특한 생각이었다기보다는 당시 “국가 혁신시스템의 역량 강화”라는 구호 아래에서 기업의 품질 보증을 위한 중장기적 지식 생산자로 스스로를 규정한 대학 측의 주장과도 일맥상통하고 있었다.

324) 손욱, 『삼성, 집요한 혁신의 역사』 (서울: 대성, 2013), 235쪽.

5.4. 경로의존성

설문조사에 의해 6,244개의 과제가, 기획단 위원들에 의해 96개의 과제가 제안된 가운데, 한국개발연구원의 보고서는 세계 경제의 거시적인 변화를 제시하고 이에 따른 연구 개발 지원의 대상 및 방법에 대한 권고를 내놓았다. 한국개발연구원이 가장 먼저 주목한 변수는 “WTO의 기본정신”이었다. 이들은 정부와 기업의 반경쟁적 관행 및 정책에 대하나 규제가 체결되면서 정부의 산업정책은 제한되고 수출입에 직접적인 영향을 미치는 보조금 지원은 금지된다는 점을 지적했다. 특히 “경쟁전단계(pre-competitive) 개발에 대한 지원비율의 상한은 75%, 산업연구에 대한 지원비율의 상한은 50%”라는 점을 들면서 협정의 체결 국가들 간의 감시 기능이 강화되었음을 주의할 필요가 있었다.³²⁵⁾ 이를 감안한다면, 경쟁 전 단계인 기초연구에 대한 지원은 상품 개발에 대한 직접적인 지원에 비해 국제 협약의 제약으로부터 비교적 자유로울 수 있었다. 보고서는 미국과 일본 산업계의 연구개발 활동에서 기초연구의 비중이 증가하고 있다는 점을 제시하면서 이를 “과학·기술의 융합화”라고 불렀다.³²⁶⁾

보고서는 이처럼 기초과학 연구가 산업계와 긴밀히 연계를 맺으며 “과학·기술의 융합”이 활발하게 일어나면서 고용이 집중되는 특정 지역을 “혁신중심지”라 불렀다. 세계 100대 기업이 전세계 연구개발 투자의 50% 이상을 점했고, 연구개발집약적 산업 분야일수록 이러한 집중도는 증가했다. 보고서는 교육, 금융, 노동 등의 사회 전반적인 제도와 기술혁신간의 상호작용을 논의하는 것으로서 국가혁신체제의 개념을 소개한 뒤, “세계시장의 혁신중심지에는 혁신 관련 투자의 불확실성을 처리할 수 있는 거대기업의 연구활동이 집중되어 있고 혁신 관련 투자의 위험을 적절히 평가·인수하는 금융시스템이 발달해 있다”고 평가하며 이를 “집적의 경제”라 불렀다.³²⁷⁾

325) 과학기술부, “21세기 프론티어 사전 기획연구”, 657.

326) 같은 글, 664.

이처럼 “집적의 경제”가 구현되고 작동하고 있는 다국적 기업들이 어떤 분야에서 어떻게 기술적 우위를 유지하고 있는지에 대한 연구는 중요한 자료 중 하나였다. 보고서가 인용한 혁신학계의 사회과학자 파텔(Pari Patel)과 파빗(Keith Pavitt)의 논문은 전세계 400여 개의 대기업들이 1969-1990년의 기간 동안 미국에서 등록된 특허들이 어떤 기술 분야에 속해왔는지 그 경로를 추적한 것이었다 그 결과, 400여 개의 대기업들 중 90%의 기업들은 20여년 동안 기술적 우위를 갖는 기술 분야가 변화하지 않았다. 이들의 분석에 따르면 거대기업들은 그들이 기술적 우위를 갖는 분야 내에서 판매하는 상품이나 서비스의 종류들을 다각화(diversification)함으로써 그 분야의 핵심기술(core technology) 외에도 배경기술(background technology)을 축적할 수 있게 되고, 이는 다시 거대기업들이 해당 분야 내에서 경쟁력을 갖게 하는 요인으로 작동했다. 세계적인 대기업들이 이러한 “경로의존성(path dependency)”을 갖는다는 사실로부터 저자들은 거대기업의 기술 전략을 선택하는 데에 있어서 강한 제약이 존재한다는 함의를 제시했다. 특정 분야에서 전통적으로 기술적 우위를 지켜온 어떤 대기업이 새로운 분야에서 그에 비견될만한 수준의 핵심기술과 배경기술을 갖추게 될 가능성은 매우 제한되어 있으며, 가능하더라도 장기간의 시간이 필요하다는 것이다.³²⁸⁾

이러한 경로의존성의 논리는 다각화를 통해 국내 각 산업 분야에서 이미 우위를 차지하고 재벌에 대한 집중적인 지원의 필요성을 정당화하는 요소 중 하나였다. 보고서는 한국이 선진국에 비해 과학기술기반이 빈약하고, 5대 선진국과 대등한 수준의 국가혁신체제를 구축하기는 불가능했다. 따라서 한정된 연구자원의 제약 하에 국가혁신체제의 구축에서 성공확률을 제고하기 위해서는 국내산업의 발전단계에 적합한 기술혁신정책

327) 같은 글, 664-670.

328) Pari Patel and Keith Pavitt, “The Technological Competencies of the World’s Largest Firms: Complex and Path-dependent, but Not Much Variety,” *Research Policy* 26 (1997), 141-156. 경로의존성이란 개념은 신고전주의 경제학의 합리적 선택이란 개념을 반박하는 것으로 널리 활용됐다.

을 추구해야 했는데 이는 곧 경쟁우위의 확보가 가능한 기술분야를 선정하여 집중투자하는 전략에 해당했다. 반대로 광범위한 기술분야에서 기술혁신체제의 완결성을 추구하는 정책은 방향성, 집중성의 결여로 실패할 것이었다.³²⁹⁾

하지만 엄밀한 의미에서 파텔과 파빗의 연구가 기업은 스스로 기술적 우위에 있는 분야에 집중 투자해야한다는 점을 주장하는 것은 아니었고, 심지어 기업이 그러한 “경로의존성”을 강화해 나갈 수 있도록 정부가 지원해야 한다는 점을 주장하는 것은 더욱더 아니었다. 이들의 연구가 있기 전에 이미 경영학자와 사회과학자들 사이에서는 기업들이 왜 서로 다른 분야의 상품과 서비스를 공급하고 성장하며 경쟁력을 갖게 되는지에 관한 질문들이 중요한 문제풀이로 정착되어 왔다. 이른바 진화경제학자들은 표준적인 신고전주의 경제학 이론들이 그간 기업 조직에 대한 많은 관심에도 불구하고, IBM이나 듀폰과 같은 거대기업들이 다각화로 사업영역을 넓히면서도 듀폰이 반도체 사업에 뛰어들거나 IBM이 화학산업 분야에 뛰어들지 않는 현상에 대해 이론적인 설명을 제공하지 못하고 있다고 비판하며 이러한 대기업들의 기업정합성(*corporate coherence*)을 이해하기 위한 이론적 틀을 개발해왔다.³³⁰⁾ 파빗은 일찍이 전자 및 화학산업, 기계산업, 섬유산업 등과 같이 서로 다른 분야에서 기술변화의 패턴이 어떻게 다른지를 분석하고 이에 관한 분류법을 제안했던 사회과학자로, 파텔과의 협동연구를 통해 각 분야 내에서 대기업들이 어느 정도의 다각화와 경로의존성을 갖는지를 경험적으로 확인한 것이었다.³³¹⁾

기술과 경제에 대한 이른바 “진화론적 관점”은 한국개발연구원의 보고

329) 과학기술부, “21세기 프론티어 사전 기획연구”, 755.

330) C.K. Prahalad and Gary Hamel, “The Core Competence of the Corporation,” *Harvard Business Review* (May-June, 1990), 79-91; David J. Teece, Richard Rumelt, Giovanni Dosi, and Sidney Winter, “Understanding Corporate Coherence: Theory and Evidence,” *Journal of Economic Behavior and Organization* 23 (1994), 1-30.

331) 파빗의 분류법(Pavitt’s taxonomy)에 대한 고전적인 문헌은 다음을 참조. Keith Pavitt, “Sectoral Patterns of Technical Change: Towards a Taxonomy and a Theory,” *Research Policy* 13, no. 6 (1984), 343-373.

서를 거치면서 앞으로의 기술 발전 방향이 예측 가능하고 더 나아가 특정 방향으로의 발전이 지속될 수 있다는 독특한 의미를 갖게 됐다. 한국개발연구원이 보기에 “21세기 초의 기술혁신을 주도하는 과학기술은 전자·정보기술”이었다.³³²⁾ 이에 대한 보다 구체적인 예측과 근거들은 삼성, LG, 현대의 경제연구소에 의해 제시됐다. 삼성 경제연구소, LG 경제연구소, 현대 경제연구소는 모두 1986년에 설립된 기관으로 경제 및 산업에 대한 연구를 바탕으로 개별 기업의 전략을 제공하는 역할을 수행해왔다. 이들은 산업분석 전문가로서 2020년 개별 신기술들의 국내 생산에 대한 전망을 한국개발연구원에 제시했다.³³³⁾

삼성, LG, 현대의 경제연구소는 2015년에 국내 생산이 100억 원을 상회할 수 있는 상품의 순위를 매겼다. 이들 연구소의 예측에 따르면 2015년 국내 생산이 5조 원을 상회하는 제품으로 메모리 반도체, 시스템 LSI, 3조 원을 상회하는 제품으로 LCD가 있는 등, 국내기업이 상당한 기술역량을 확보한 반도체, 멀티미디어 및 디스플레이 등의 기술분야가 대다수를 점했다. 보고서는 이러한 전망이 주요 기업의 기술 역량과 혁신전략이 반영된 것이라 지적하면서, 이를 “진화론적 관점에서 지속가능한 국내산업의 기술발전궤적에 대한 시나리오로 이해”할 수 있다고 보았다.³³⁴⁾

추진기획위원회는 위원들의 자체적인 과제 제안, 설문조사, 한국개발연구원의 조사를 종합하여 최종적으로 15개의 과제를 추려냈고 이는 7월 7일 국가과학기술위원회의 안건으로 상정됐다. 후보 과제들 중에서도 2000년에 먼저 시범적으로 착수할 두 개의 과제로 “Smart Microsystem”과 “계놈 기능분석을 이용한 신유전자기술 개발”이 선정됐다. “Smart Microsystem”은 선도기술개발사업의 과제 중 “초소형 정밀 기계 기술개발사업”의 연장선 상에 있는 것으로, 생체계의 여러 생화학

332) 과학기술부, “21세기 프론티어 사전 기획연구”, 699.

333) 같은 책, 734.

334) 같은 책, 736-737.

적 신호들을 인식하고 처리할 수 있는 캡슐형 자율 주행 내시경의 개발과 1인치 미만의 정보 저장 및 통신 시스템을 개발하는 것을 사업의 목표로 세웠다. “게놈 기능 분석을 이용한 신유전자기술 개발”은 게놈 엔지니어링과 관련된 기반 기술을 이용하여 신의약을 개발하고, 국내에서 “복제 송아지 영롱이, 형질전환 젓소 보람이 등 개발로 신유전자 의학의 원천기술[이] 확보”된 것에 기반하여 줄기세포 이식법 등을 개발하는 것을 목표로 삼았다.³³⁵⁾

기술분야	후보 과제명
전자/정보	사이버 스페이스 네트워킹 및 응용기술 개발 Smart Microsystem 차세대 휴대정보 단말기 요소기술 개발 고속 정보처리용 소자 및 부품 개발
기계	Innovative 통합 제품 설계기술 고속 정밀 가공기계 개발
생명과학	실버공학 기술개발 게놈 기능 분석을 이용한 신유전자기술 개발 한국 고유 생물 다양성의 경제적 자원화 기술 개발
에너지·자원	가스화 복합 연료전지(Integrated Gasification Fuel Cell) 기술
화학/화공	생체기능 조절물질 개발 분자공학
환경	폐기물 자원화 및 재활용 기술 개발 온실가스 분리, 회수, 처리 및 이용 기술 개발
소재	나노 기술을 활용한 시너지 소재 개발

표 5-4 프론티어 사업 후보 과제 (출처: “「21세기 프론티어연구개발사업」 계획 수립철”, 42-45)

335) 과학기술부 기초연구국 원천기술개발과, “「21세기 프론티어연구개발사업」 계획 수립철”, 42-45.

5.5. 기초연구와 응용연구 사이에서

추진기획위원회가 최종적으로 후보 과제들을 도출하는 동안 과학기술부 연구개발조정실에서는 프론티어 사업을 관장하는 인사의 이동이 있었다. 선도기술개발사업 이래로 주요 국가연구개발사업들의 계획을 관장했던 박영일 국장의 후임으로 최석식 국장이 프론티어의 사업의 계획을 새롭게 맡았다. 최석식은 전북대 법학과를 졸업한 뒤 과학기술처 연구관리과 등을 거쳐 청와대 대통령 비서실에서 과학기술비서관직을 역임하다가 과학기술부 연구개발조정실에서 프론티어 사업의 계획을 맡게 됐다.³³⁶⁾

최석식은 21세기 프론티어 사업이 원천기술의 개발이라는 목표를 내건 사업이라는 점에는 동의했지만, 그러한 원천기술의 개발을 관리하는 방식에 대해서는 전임자인 박영일과 다소 견해 차이가 있었다. 박영일은 21세기 프론티어 사업을 처음에 계획할 때, 선도기술개발사업에 비해 규모를 대폭 축소시키고, 명확하고 단기적인 목표 대신 보다 광범위하게 적용될 수 있고 장기적인 목표를 설정하고자 했다. 하지만 최석식은 프론티어 사업이 명확한 목표 설정과 관리 체제를 갖춘 대형 국가연구개발사업으로 작동할 필요가 있다고 보았다. 이는 최석식이 프론티어 사업에 목표관리제(Management by Objectives: MBO)라는 관리 기법을 도입하는 것으로 이어졌다.³³⁷⁾ 목표관리제는 경영학자 드러커(Peter Drucker)에 의해 대중적으로 유행하기 시작한 기법으로, 조직의 목표가 명확할수록 해당 목표의 성취 가능성도 향상된다는 전제를 바탕으로 과제의 목표를 구체적으로 설정하고 진행 상황을 단계별로 점검할 것을 요구했다. 이에 대해 추진기획위원회에서는 상품이 아닌 원천기술의 개발이라는 특성상 불확실성이 내재되어 있다는 점 때문에 목표관리제가 다소 부적절할 수 있다는 우려도 제기됐다. 이러한 변화를 거치면서 프론티어 사업은 박영

336) 조선일보 인물 데이터베이스.

337) 박영일, 저자와의 인터뷰, 2019년 6월 3일; 전승준, 저자와의 인터뷰, 2019년 5월 13일.

일의 본래 취지와는 달리, 목표 달성 여부 위주의 평가 및 관리 체제를 그대로 유지시켰다는 점에서 선도기술개발사업의 성격을 상당 부분 그대로 이어받게 됐다.³³⁸⁾

한편 추진기획위원회는 프론티어 사업의 시범과제로 선정된 “Smart Microsystem”과 “계놈 기능분석을 이용한 신유전자기술 개발” 과제들을 수행할 연구단장을 선정하는 작업에 돌입했다. 연구단장의 선정은 크게 1단계와 2단계로 계획됐다. 1단계 평가는 연구단장 신청이 접수되면 추진기획위원회는 사업별로 전문위원회를 구성한 뒤, 서면 및 발표 패널 평가, 연구 및 관리능력 평가 자료, 연구기획계획서 등을 바탕으로 사업당 3명 이내의 후보자를 선발하는 절차였다. 1단계의 평가 기준은 크게 “연구수행능력”과 “경영관리능력”으로 구분됐는데, 연구 수행 능력으로는 논문 실적과 같은 “학문적 연구능력의 탁월성” 외에도 기술료 수입이나 기업화 실적 등을 평가 지표로 삼았다. 경영 관리 능력은 최근 5년 이내 연구사업 기획 또는 국가 과학기술 관련 주요 위원회 참여 실적을 통해 “연구사업 관리 경험”을 평가하거나, 프론티어 사업에 대해 지원자가 지니고 있는 비전을 통해 “기업가적 가치관 보유 정도”를 평가하고자 했다. 추진기획위원회가 1단계를 통해 3명 이내의 후보자를 선발하면, 2단계 절차로 후보자는 사업 내용에 대해 상세한 연구개발계획서를 제출하고 위원회는 이에 대해 서면 및 발표 패널 평가를 함으로써 최종 후보자 1명을 선정하기로 계획됐다.

이러한 계획에 따라 추진기획위원회는 두 시범 사업에 대해 각각 세 명의 후보 연구단장들을 선발했다. 1단계 평가 결과 “Smart Microsystem” 과제는 삼성 종합기술원의 이석한 박사가 86.39점을 받았고, 이어서 전자부품연구원의 신상모 박사가 83.56점, KIST의 박종오 박사가 81.98점을 받았다. “계놈 기능분석을 이용한 신유전자기술 개발” 과제는 연세대학교의 백용기 교수가 86.76점을 받았고, 이어 KAIST의 유욱준 교수가 85.56점, 생명공학연구원의 유향숙 박사가 85.44점을 받았

338) 전승준, 저자와의 인터뷰. 2019년 5월 13일.

다.³³⁹⁾ 하지만 11월 15일에 실시된 2단계 평가 절차에 추진기획위원회의 위원들은 초청되지 못했고, 2단계 평가 결과는 1단계에서 3등으로 평가를 받은 박종오와 유향숙이 각각 “Smart Microsystem” 과제와 “게놈 기능분석을 이용한 신유전자기술 개발” 과제의 단장으로 선정됐다.³⁴⁰⁾

이에 대해 과기부는 2단계 평가 단계에서 “이들을 다시 점수로 우열을 가려 배제하는 것은 사업 추진에 도움이 되지 못하는 것으로 판단”하고, 이러한 취지를 게놈기능분석을 이용한 신유전자기술개발사업 평가위원회와 지능형 마이크로 시스템 개발사업 평가위원회에 설명했다. 과기부에 따르면, 박종오는 KIST가 보유한 장비를 활용할 수 있고 산·학·연에 대한 공평한 협동 연계가 가능하다는 장점이 있었던 반면, 삼성 종합기술원의 이석한은 기업체 임원이라는 신분 때문에 특정 기업을 정부가 지원한다는 인상을 줄 수 있고 1단계 평가에서 기업들로부터 상대적으로 낮은 점수를 받았다는 점이 고려됐다. 게놈 기능분석을 이용한 신유전자기술 개발 과제의 경우 백용기는 개인의 연구 능력은 우수하나 국가적 대형 사업의 기획 및 관리 경험은 미흡했던 반면, 유향숙은 기존 게놈 관련 연구과제를 수행하여 전문성을 확보해왔고 정부출연연구소를 중심으로 산학연 간 원활한 협동이 가능하다는 점 등이 감안됐다.³⁴¹⁾

끝이어 과기부는 2000년에 개시하게 될 세 과제, “나노 기능소자 개발사업”, “국내 자생 생물다양성의 산업적 이용기술 개발사업”, “폐기물 자원화, 재활용기술 개발사업”을 이끌 사업단장을 공모했다. 그런데 과기부가 사업단장 공모를 위해 12월에 공고한 자료에 제시된 사업단장의 선정 절차는 이전에 추진기획위원회가 수립했던 절차와는 차이가 있었다. 기존 선정 절차는 1단계 평가에서 사업당 세 명 이내의 후보자를 선발한

339) 박상희, “21세기 프론티어 사업의 구조적 문제점 분석 및 정책 대안 제시” (서울: 박상희의원실, 2002), 14.

340) 이에 대해 박상희 의원은 국정감사에서 유향숙 단장이 꾸린 연구단에 서정욱 장관의 친척인 서정선 박사가 있다는 점과 생명공학연구원이 기관 차원에서 대대적인 로비를 벌였다는 증언들이 있다는 점을 지적했다. 같은 글, 14-15.

341) 과학기술부 기초연구국 원천기술개발과, “프론티어사업 주요보고자료(1)” (국가기록원, 2001), (관리번호: DA0868908), 178, 185-186, 190-193.

뒤 연구수행 능력과 경영관리 능력을 평가할 수 있는 계획서를 제출하게 한 뒤, 이들의 서류와 발표 내용에 대해 패널 평가하는 방식이었다. 반면 변경된 안은 최종 평가 단계에서 패널 평가 방식 대신 1단계 평가를 통과한 지원자에 대해 “과학기술계 의견[을] 수렴”한다는 모호한 기준이 추가됐다.³⁴²⁾ 실제로 최종 선정 단계는 요식 행위에 가까운 절차로 전락했다. 일곱 명으로 구성된 최종 평가 위원 중 과기부 차관, 과기부 연구개발국장, 주무 과장 등 과기부 관계자가 네 명으로 과반수를 차지했고, 나머지 세 명은 추진기획위원회 위원을 포함한 민간 전문가들을 초빙했다. 그나마도 초빙된 민간 전문가는 후보자들이 제출한 사업 및 연구 계획서 등의 방대한 평가 자료를 평가 회의 당일에서야 과기부로부터 배포받았기 때문에 이들 민간 전문가들에게는 사실상 후보자들을 평가할 시간이 충분히 주어지지 않았다.³⁴³⁾

342) 과학기술부 연구개발국 연구개발기획과, “21세기 프론티어연구개발사업 2000년 추진사업 선정계획 수립” (국가기록원, 1999), (관리번호: DA0770474), 124. 과학기술부, “21세기 프론티어 사전 기획연구”, 783, 820.

343) 박상희, “21세기 프론티어 사업”, 20; 대한민국 국회, “과학기술정보통신위원회 회의록. 제234회(11차)” (2002), 9.

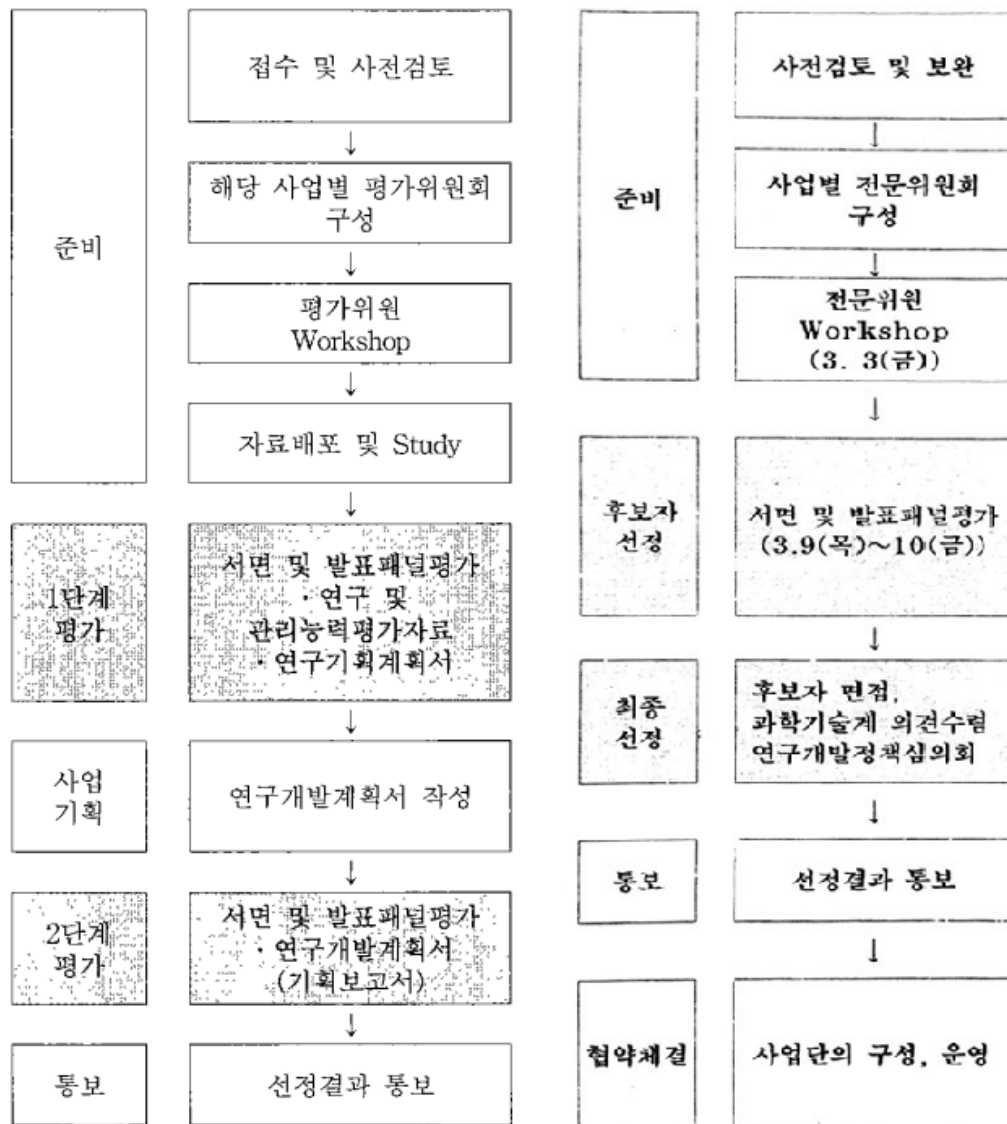


그림 5-1 추진기획위원회의 사업단장 선정 절차(좌)와 개정된 절차(우). 최종 선정 단계에서 “과학기술계 의견 수렴”이라는 모호한 설명이 추가됐다. (출처: 과학기술부, “21세기 프론티어 사전 기획연구”, 783; “21세기 프론티어연구개발사업 2000년 추진사업 선정계획 수립”, 124.)

추진기획위원회 위원들은 갑자기 변경된 사업단장의 선정 절차에 대해 격렬히 항의했다. 한 위원은 이는 마치 야구 경기가 7회까지 진행된 상황에서 갑자기 물을 바꾸는 것과 같다고 비판했다.³⁴⁴⁾ 결국 얼마 지나지 않아 서정욱은 추진기획위원회의 위원들에게 “21세기 프론티어연구개발

사업의 선정 평가에 헌신적으로 기여해주신 노고에 감사”드린다는 감사패를 수여하고 추진기획위원회를 해산시켰다.³⁴⁵⁾

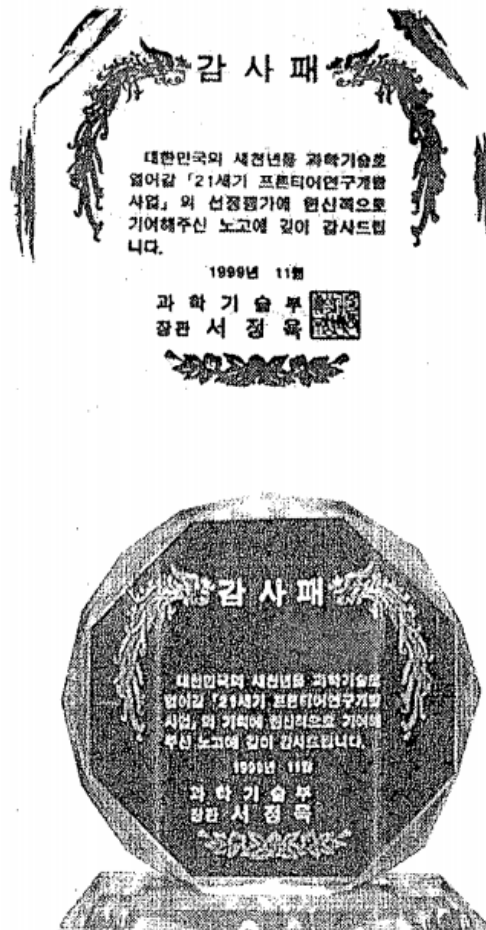


그림 5-2 과학기술부가 추진기획위원회에 수여한 감사패 (출처: 박상희, “21세기 프론티어 사업”, 41)

이처럼 사업 단장을 결정하는 마지막 단계에서 과기부 관료들에 의해 대학 교수들이 탈락하고 정부출연연구소의 연구원들이 선정되는 과정은,

344) 박영일, 저자와의 인터뷰, 2019년 6월 3일; 전승준, 저자와의 인터뷰, 2019년 5월 13일.

345) 박상희, “21세기 프론티어 사업”, 41.

정부 관료나 정부출연연구소의 권한이 강화되는 측면이라기보다는, 원천 기술이라는 모호한 개념을 둘러싸고 국가연구개발사업에 대한 대학의 영향력 증대와 그 한계를 동시에 보여주는 측면으로서 이해될 필요가 있다. 박영일이 처음으로 의도한 바와 같이, 프론티어 사업은 기초연구의 지원을 위해 당시 진행 중이던 창의적연구진흥사업과 응용연구를 지원했던 선도기술개발사업의 중간에서 원천기술의 개발을 지원하기 위한 사업으로 계획됐다. 이러한 구도 하에서 1990년대 이후 국내 주요 연구개발 주체로 성장한 대학 연구실들은 대형 국가연구개발사업에 참여할 수 있는 정당성을 확보할 수 있었고, 이들은 추진기획위원회의 주요 구성원으로서 구체적인 과제들의 도출에 큰 영향을 미쳤다. 하지만 기초연구와 응용연구의 중간 지대에 위치한 원천기술이라는 개념의 특성상, 21세기 프론티어 사업은 이전에 비해 대학 연구실의 참여가 두드러지게 증가했음에도 불구하고, 이들의 연구 과제들은 특정연구개발사업과 선도기술개발사업을 거치면서 강조되어온 분명한 목표의 설정과 이에 기반한 평가라는 기존의 계획 및 관리 방식에 따라 추진됐다.

1999년에 인간유전체기능연구 과제를 시작으로, 2000년에는 테라급나노소자개발, 자생식물이용기술개발, 자원재활용기술개발 과제가, 2001년에는 생체기능조절물질개발, 작물유전체기능연구, 차세대 초전도 응용기술개발, 수자원의 지속적 확보기술개발 과제가, 2002년에는 미생물유전체 활용기술개발, 세포응용연구, 프로테오믹스 이용기술개발, 나노메카트로닉스기술개발, 나노소재기술개발, 이산화탄소 저감 및 처리기술개발 과제가, 2003년에는 뇌기능 활용 및 뇌질환 치료기술개발, 고효율 수소에너지 제조, 저장, 이용기술 과제가 출범하여 총 16개의 과제가 시행됐다. 이들은 공통적으로 약 10년의 기간에 걸쳐 1단계, 2단계, 3단계에 해당하는 각 목표들을 분명하게 설정했고, 이에 따른 달성률에 기반하여 평가를 받았다. 결과적으로 프론티어 사업은 표면상 원천기술의 개발을 목표로 삼은 대형 국가연구개발사업으로 출범했지만, 분명한 목표와 그에 따른 진도 관리를 요구했다는 점에서 추진기획위원회의 초기 의도와는 달리

선도기술개발사업과 유사한 방식으로 시행됐다.

5.6. 소결

선도기술개발사업의 후속 사업으로 계획된 21세기 프론티어 사업은 1990년대 한국의 과학기술 수준이 “모방에서 혁신으로” 진입하는 단계에 이르렀다는 인식과 함께 원천기술의 개발을 목표로 삼았다. 이러한 목표가 형성되는 과정에서 대학의 교수들은 국가혁신체제라는 관점에 기대어 대학 연구실이 수행할 수 있는 새로운 역할을 모색했다. 이들은 국가 과학기술의 최종 수요자로서의 민간 기업의 위치를 그대로 유지시키는 선에서 대학 연구실에 상품 개발을 위한 지식의 창출이라는 역할을 부여했다. 기초연구와 응용연구의 중간 지대에 놓여 있는 원천기술의 모호함은 21세기 프론티어 사업의 관리 방식을 놓고 교수 위주로 구성된 추진기획위원회와 과학기술부 주요 관료들 간의 이견을 낳기도 했다. 하지만 대학의 연구실들은 과거의 대형 국가연구개발사업과 달리, 계획 및 과제 참여 비율에 있어서 큰 영향력을 행사할 수 있었다.

구분		선도기술개발사업	21세기 프론티어 사업
유사점	과제 선정 방식	특정 분야, 소수 과제에 연구비 집중	특정 분야, 소수 과제에 연구비 집중
	과제 진도관리 테크닉	PERT	목표관리제
	주요 기술적 지원	대기업	대기업 중소기업

구분		선도기술개발사업	21세기 프론티어 사업
차 이 점	대상 주요 의사결정 주체	기술경영 전문가 대기업 연구소 공학자 국방과학연구소 출신 공학자	기술경영 전문가 대기업 연구소 공학자 대학 교수
	연구개발 목표	세계시장에서 경쟁 가능한 상품의 개발	원천 기술의 개발
	주요 연구개발 주체	기업 연구소	대학
	주관 부처	과학기술처 상공부 정보통신부 건설교통부 복지부 환경부	과학기술부

표 5-5 선도기술개발사업과 21세기 프론티어 사업의 비교

대학 연구실의 참여 확대가 이전의 국가연구개발사업들과 구분되는 21세기 프론티어 사업의 주요 특징이라면, 21세기 프론티어의 실질적인 과제 선정과 평가 방식은 선도기술개발사업과 유사한 형태를 지니고 있었다. 21세기 프론티어 사업의 계획 과정 참여했던 한국개발연구원은 대기업의 경제 연구소에게 미래 기술의 동향을 파악할 수 있는 전문기관으로서 관련 작업들을 위탁했고, 이들의 자료는 사업의 과제를 선정하는 과정에서 주요 근거 자료로 활용됐다. 또한 과제의 선정 이후 평가에 있어서도 목표관리제가 도입됨으로써 과제들이 각 단계에 걸쳐 분명한 목표를 갖게 하고 이에 기반한 평가가 이루어지도록 했다. 이러한 관리 방식은 원천기술의 개발이 가질 수 있는 불확실성을 감안하지 못한다는 점에서 추진기획위원회의 비판을 받기도 했지만, 과학기술부는 과거 대형 국

가연구개발사업 관리 방식의 관성에 따라 21세기 프론티어 사업을 선도
기술개발사업의 연장선 상에 위치시켰다.

제 6 장 테라급나노소자개발사업, 2000-2009

테라급나노소자개발사업은 21세기 프론티어 사업의 추진 과정에서 당시 세계적으로 큰 관심을 받기 시작한 나노기술 분야를 전폭적으로 지원한다는 취지로 출범한 과제이다. 1990년대 이후 원자 및 분자 수준의 제어를 가능하게 하는 다양한 기술들이 주목을 받으면서 나노기술을 통해 기존의 반도체 소자들에 비해 소형화, 고속화, 저소비전력화가 가능해질 것이라는 예측이 확산됐다. 특히 미국이 국가나노기술계획을 2000년 1월에 발표하면서 나노기술의 중요성은 더욱 강조됐고, 한국 역시 곧이어 2001년에 나노기술종합발전계획을 발표하면서 이에 신속하게 대응했다. 이러한 추세에 힘입어 테라급나노소자개발사업 역시 단전자 소자, 스핀트로닉스 등과 같은 분야에 걸친 기술 로드맵을 제시했으며, 사업이 마무리될 무렵 테라급나노소자개발사업은 경제적 파급 효과가 약 22조 원이라는 평가를 받으면서 21세기 프론티어 사업의 과제들 중에서 연구 성과 1위를 달성하기도 했다.

6장에서 다루는 테라급나노소자개발사업은 나노기술에 관한 국가적 아젠다가 형성되는 과정에서 대학과 기업의 관계가 변화하는 과정을 구체적으로 살펴볼 수 있는 좋은 사례이다. 이를 위해 6장에서는 다음과 같은 질문들에 답하고자 할 것이다. 원천기술에 대한 강조와 함께 대학 연구실은 테라급나노소자개발사업의 계획 과정에서 어떤 역할을 수행했는가? 테라급나노소자개발사업과 나노기술종합발전계획은 어떤 관계에 놓여있는가? 나노기술종합발전계획과 같은 국가적 아젠다는 누구에 의해 수립되었고, 구체적으로 어떤 나노기술에 대한 연구개발 활동을 정당화했는가? 6장에서는 테라급나노소자개발사업의 시행과 나노기술종합발전계획의 수립을 거치면서 대학과 기업 간의 관계가 어떤 형태로 형성되고 이를 통해 대학 연구실이 대형 국가연구개발사업에 참여할 수 있는 조건

이 어떻게 마련됐는지를 살펴볼 것이다.

6.1. 나노기능소자 개발사업의 계획

256M DRAM 개발사업이 마무리되고 과학기술처는 “차세대반도체 후속 기획사업: 반도체 혁신기술 개발계획”이란 이름으로 후속 사업을 계획하는 작업에 착수했다. 서울대 반도체공동연구소의 주관으로 이루어진 이 계획 작업에는 서울대학교 박영준 교수와 한국과학기술원의 이귀로 교수, 그리고 전국의 대학 교수 8명과 정부출연연구소 연구원 4명이 참여했다. 이들은 차기 사업에서 수행해야 할 세 가지 대과제로, 0.1 μ m 이하, 기가급 이상의 반도체를 개발하는 “Nano Tera”, 정보 처리 및 메모리를 집적시키고 비메모리 설계 기술을 개발하는 “System on a Chip”, 인간과 접촉하는 반도체 기술을 개발하는 “인간 친화 반도체”를 제안하고, 각각의 대과제 하에서 수행되어야 할 중과제들을 도출했다.³⁴⁶⁾

삼성, 금성, 현대에 의해 제안됐던 256M DRAM 개발사업 계획과 비교했을 때 이들의 계획이 갖는 차이점은 대학의 참여 비율을 대폭 확대시키고, 특정 상품의 개발이 아닌 상품의 개발에 적용될 수 있는 다양한 분야에서의 개발을 목표로 설정했다는 점이였다. 이들은 “Nano Tera”에서 11개, “System on a Chip”에서 9개, “인간 친화 반도체”에서 다섯 개가 도출된 총 25개의 각 중과제들에 대해 산업계와 학계 및 연구계가 어느 정도로 참여하는 것이 좋을지를 추천했다. 25개의 과제들 중에서 일부 과제들을 제외하고 대부분의 과제들에서 산업계의 연구 참여율은 40% 이하였고, 대학 및 연구소가 60% 이상을 차지하고 있었다. 이러한 대학의 참여 비율은 새로운 방식의 저장소자를 개발하는 과제일수록 높게 설정됐다. 대표적인 예로, 당시 나노기술의 발달로 유행하기 시작했던

346) 과학기술처, “차세대반도체기반기술개발사업의 후속사업을 위한 기획사업” (1997), 25-26.

단전자 트랜지스터(single electron transistor)의 개발, FRAM(Ferroelectric random-accessed memory)이라는 새로운 저장소자를 개발하는 데 활용될 수 있는 강유전체 박막 재료의 탐색과 같은 과제들은 대학 및 연구소가 70%의 참여율로 추진될 것을 제안했다.³⁴⁷⁾

한편 빌 클린턴 행정부는 2000년 1월 “국가나노기술계획(National Nanotechnology Initiative, 이하 NNI)”을 발표했다. 클린턴 대통령은 캘리포니아공과대학에서 나노기술의 발달로 일어날 수 있는 여러 변화들을 “차기의 산업혁명(next industrial revolution)”이라 부르면서 NNI의 출범을 발표했다. 국립과학재단(National Science Foundation), 국립보건원(National Institutes of Health), 에너지부, 국방부 등 다수의 정부 기관으로 구성된 NNI는 연방정부의 천문학적인 규모의 투자를 통해 미국의 대학과 기업들이 나노기술에서의 경쟁력을 갖게 하는 것을 목표로 삼았다. 이를 위해 클린턴 행정부는 나노기술 개발 과제를 최우선 순위로 지원하는 국립과학재단의 예산을 두 배로 확대했고, 이를 통해 첫 해에만 2억 달러 규모의 예산이 나노기술 관련 사업들에 배정됐다. 이 사업들은 단순히 연구개발 과제들 뿐만 아니라, 나노기술의 이전, 연구개발 인력을 확충할 수 있는 교육 체제의 개선, 연구소 및 장비 시설 등의 인프라 확충, 나노기술 관련 환경 및 윤리 문제의 해결 등을 아우르고 있었다.³⁴⁸⁾

미국이 NNI를 발표한 지 2개월 후인 2000년 3월, “나노기능소자 개발사업”을 신설하고 곧바로 사업단장을 선발하는 단계에 착수했다. 이 과제는 21세기 프론티어 사업의 추진기획위원회가 계획하거나 후보로 도출한 적이 없었던 과제였다.³⁴⁹⁾ 과기부는 나노기능소자 개발사업의 추진 배경으로 미국의 NNI를 제시했다. 이에 따르면 “미국에서는 나노기술이

347) 같은 글, 64-103.

348) 미국 NNI의 계획 및 예산 확보 과정과 이에 대한 옹호 여론의 형성에 대한 역사학자의 분석은 다음을 참조. W. Patrick McCray, “Will Small be Beautiful? Making Policies for Our Nanotech Future,” *History and Technology: An International Journal* 21(2) (2005), 177-203.

349) 박영일, 저자와의 인터뷰, 2019년 6월 3일; 전승준, 저자와의 인터뷰, 2019년 5월 13일.

정보통신기술과 결합하여 2010년 경에 기술혁명 발생을 예견하고 정부차원에서 대비”하고 있고, 독일과 일본 역시 정부 차원에서 대규모 투자를 진행 중에 있었다. 과기부는 나노 기술이 기술 전반에 대한 기존의 패러다임을 근본적으로 바꿀 것이라 강조하면서 전자·생명공학·소재 등 모든 분야에 응용될 수 있고, 특히 16G DRAM 이상의 반도체는 나노기술이 없으면 제작이 불가능하다고 설명했다. 이와 동시에 과기부는 나노기술과 관련하여 기타 부처가 발주한 연구개발사업의 현황도 정리했다. 이에 따르면, 2000년부터 산자부는 KIST를 중심으로 연간 20억 원을 지원하는 “고기능나노복합소재개발사업”에 착수했는데 이 사업은 “기존 소재의 미세화”를 목표로 삼은 것일 뿐, “고전역학이 아닌 양자역학 이론이 적용”되는 “엄밀한 의미의 나노기술개발이 아[니]”었다.³⁵⁰⁾

과학기술부는 1990년대 후반부터 나노기술과 관련된 연구들을 사업의 형태로 지원하고 있었다. 대표적으로, 서울대 물리학부 국양 교수는 과학기술부의 창의적연구진흥사업을 통해 “나노기억매체연구단”을 1997년부터 운영해오고 있었다. 국양은 1975년에 서울대 물리학과를 졸업하고 미국 펜실베이니아주립대 대학원에서 고체물리 실험으로 박사학위를 받은 뒤 곧바로 AT&T의 Bell lab에서 박사후 과정을 밟았다. 특히 1982년은 이후 노벨상을 받은 주사터널링현미경(Scanning Tunneling Microscope, 이하 STM)의 개발이 논문으로 발표된 해였는데, 이 당시 Bell lab에서 연구원 생활을 하던 국양 역시도 STM의 개발에 있어서 세계적인 선두주자 중 한 명이였다.³⁵¹⁾ 1991년 서울대 물리학과 교수로 부임한 이후, 1997년부터 창의적연구진흥사업의 나노기억매체연구단을 운영하면서 STM을 통해 분자적 수준에서 0과 1의 두 가지 상태를 만들어낼 수 있는 방법을 고안해냈다.³⁵²⁾ 이 외에 나노라는 용어가 사업단 또는 과제의

350) 과학기술부 기초연구국 원천기술개발과, “21C 프론티어 연구개발사업 NaNo 기능소재 개발사업(2)” (국가기록원, 2000), (관리번호: DA0772095), 148-149.

351) Cyrus C. M. Mody, *Instrumental Community: Probe Microscopy and the Path to Nanotechnology* (Cambridge, Mass.: MIT Press, 2011), 70.

352) 나노기억매체연구단, “Two Level System in Nanometer Scale” (2000). 국양은 1년 후인 2001년 “국가나노기술개발계획”의 수립에 가장 큰 영향력을 행사한 물

명칭에 포함되어 있지 않더라도 연구 내용상 나노기술에 해당하는 연구들 역시 전국 대학의 물리학부, 화학부, 재료공학부 등의 연구실에서 행해지고 있었다. 이 당시 과학기술부의 창의적연구진흥사업, 이공학 선도연구센터(SRC/ERC), 중점연구소사업, 국가지정연구실사업을 통해 과학기술부의 연구비 지원을 받으며 진행 중이던 연구실은 67개에 달했다.³⁵³⁾

과학기술부는 나노 기능소자 개발사업의 단계별 목표를 제시하고, 해당 사업을 이끌어 갈만한 사업단장의 모집을 공고했다. 이에 따르면 사업을 통해 나노구조 성장 및 형성 기술, 나노패터닝 기술, nano-photography/metrology, nano-physics/ electronics로 대별되는 분야를 새로운 패러다임의 차세대 핵심 분야로 성장시킬 필요가 있었고, 이를 위해 세 단계에 걸친 목표들이 제시됐다.³⁵⁴⁾

구분	단계별 목표
1단계(3년) 2000-2002	50nm 수준의 나노계 형성, 제어 공정 기술 nano-photography/metrology 측정·분석 기술 원자단위 제어 증착 기술 및 특수기능 박막 제조기술 표면·계면 제어 기술 광대역 광전 및 초고속 전자소자 응용기반 확립
2단계(3년) 2003-2005	10nm 이하의 나노계 형성, 제어 공정 기술 nano-physics 기초·기반 확립 및 활용기술 고기능성 광전 및 전자소자 설계 제작 기반기술 박막 안정화기술 및 미세 박막 적층 기술 스마트 소재의 박막화의 물성 구현
3단계(4년) 2006-2009	nano-electronics 기반기술 확립 및 소자설계·응용기술 Tbit급 전자·광메모리 소자화 기술 Thz급 초고속 정보통신 소자화 기술

리학자이다. 국양, 『국가나노기술개발계획』 (서울: 과학기술부, 2001).

353) 과학기술부 기초연구국 원천기술개발과, “나노기술종합발전계획 (1)” (국가기록원, 2001), (관리번호: DA0868880), 28-36.

354) 과학기술부 기초연구국 원천기술개발과, “21C 프론티어 연구개발사업 NaNo 기능소자 개발사업(2)”, 82-83.

구분	단계별 목표
	Gbit급 MRAM 및 FRAM 구현 기술 고기능 센서소자 응용기술

표 6-1 나노기능소자 개발 사업의 단계별 목표 (출처: “21c 프론티어 연구개발사업 NaNo 기능소자 개발사업(2)”, 82-83.)

사업단장의 지원자들은 나노기술에 초점을 맞춘 과제들을 제안했다. 지원자 중 한 명인 박영준은 중과제로 “Tera급 소자집적기술”, “나노박막필름 공정핵심기술”, “나노기능소자 기술”, “나노원천기술”을 제시했고, KIST의 김희중 박사는 “정보저장용 나노소자”, “정보통신용 나노소자”, “정보감지용 나노소자”, “나노 원천기술 확보(탄소나노튜브 등)”을, 삼성종합기술원의 이조원 박사는 “단전자 트랜지스터(Single Electron Transistor)”, “화합물 반도체 소자”, “Spintronics (예: MRAM)”, “Molecular 소자”를 제안했다. 사업단장 지원자들이 제안한 중과제 또는 세부과제들은 규모나 분류 방식에 있어서 조금씩 차이가 있었지만, 최종 목표에 있어서는 당시 유행하던 나노기술을 이용하여 기존에 개발되어온 DRAM을 완전히 대체할 수 있는 새로운 기억소자를 개발하고자 했다는 점에서 공통적이었다.³⁵⁵⁾

하지만 보다 구체적인 수준에서 이들의 공통점은 바로 MRAM의 개발을 목표로 삼았다는 데에 있었다. 일찍이 과기부는 예비 지원자들에게 사업제안요구서를 발송할 당시 해당 사업의 최종 목표 중 하나로 “Gbit급 MRAM 및 FRAM 구현 기술”을 제시했다. FRAM과 MRAM은 정보 저장의 비휘발성을 구현하기 위한 DRAM의 대안으로 각각 1987년과 1995년부터 본격적으로 구현되기 시작한 기술들로, 이들은 정보를 저장하는 원리와 그것을 구현하는 방식에 있어서 서로 간에 큰 차이가 있었다.³⁵⁶⁾

355) 과학기술부 기초연구국 원천기술개발과, “21c 프론티어 연구개발사업 NaNo 기능소자 개발사업(2)” 151. 후보자의 인적사항은 성(姓)을 제외하고 모두 비공개되어 있으나, 같은 문서의 6쪽에는 평가 결과 1순위, 2순위, 3순위 후보자의 성명과 소속이 공개되어 있다. 본문의 이하 서술들은 두 자료에 담긴 정보를 조합한 결과이다.

356) MRAM 기술의 단초는 1988년 프랑스의 A. Fert와 독일의 P. Gruenberg의 거

FRAM은 트랜지스터 한 개와 축전기 한 개로 구성된 기존 DRAM의 셀 구조를 거의 그대로 유지한 채 축전기에서 사용되어 온 유전체(dielectric)를 강유전체(ferroelectric)로 대체시킨 것이었다. 강유전체는 유전체와 달리 분극(polarization)을 갖는 물질로, 외부의 전기장을 조절함으로써 분극의 방향을 변화시킬 수 있다는 특징이 있다. FRAM은 이러한 강유전체의 특징을 이용한 것으로, 해당 물질의 분극의 정렬 방향에 따라 0과 1이 구분된다. FRAM은 전체적인 구조에 있어서 DRAM과 매우 유사하기 때문에 DRAM의 대량 생산 기술을 그대로 활용할 수 있다는 장점과 소자의 전력 소비가 매우 낮다는 장점이 있었던 반면, 박막의 두께가 매우 얇아질 경우 강유전체의 성질이 상실되어 버린다는 단점이 있었다. 따라서 이러한 문제들을 극복할 수 있는 새로운 강유전체가 발견되지 않는 한 소자를 미세화하는 과정에서 한계가 발생할 수 있다는 점이 풀어야 할 숙제로 여겨졌다.

반면 MRAM은 소재에 있어서 FRAM의 강유전체 대신 강자성체(ferromagnetic)가 사용되는 것이었지만, 정보를 저장하는 원리나 그것을 구현하기 위한 구조에 있어서 DRAM 및 FRAM과 확연한 차이가 있었다. MRAM은 원리적으로 DRAM처럼 전하들이 축전기에 충전 및 방전됨에 따라 1과 0으로 정보가 저장되거나, FRAM처럼 강유전체 내부의 분극 방향을 통해 1과 0으로 정보가 저장되는 것이 아니라, 강자성체 내부 전자들의 스핀 및 궤도 각운동량으로 인한 자기모멘트들이 상호작용하며 결정되는 자화 방향에 따라 1과 0의 정보가 저장되는 방식이다. 외부 전류의 방향 변화로 인해 두 강자성체의 전자 스핀이 반대 방향일 경우 tunnel oxide를 통과하는 저항이 증가하고 같은 방향일 경우 저항이 감소함에 따라 정보의 읽기와 쓰기가 이루어지는데, 강자성체의 빠른 자화 속도를 감안했을 때 MRAM은 FRAM에 비해 속도가 매우 빠르고,

대자기저항(Giant Magnetoresistance)에 대한 연구로 발견됐고, 이들은 2007년 노벨상 물리학상을 수상했다. M. N. Baibich et al., "Giant Magnetoresistance of (011)Fe/(001)Cr Magnetic Superlattices," *Physical Review Letters* 61 (1988), 2474-2475.

또 DRAM이나 FRAM보다 구조가 비교적 단순하여 미세화 가능성이 더 높을 것으로 기대됐다. 이와 동시에 MRAM 역시 기술적 문제가 있었는데 이는 DRAM 및 FRAM과는 완전히 다른 양자역학적 원리와 새로운 구조를 전제로 했기 때문에 그간 DRAM의 생산을 통해 축적되어 온 대량 생산기술을 활용할 수 없다는 점에서 위험성이 있었다.³⁵⁷⁾

이처럼 DRAM을 대체하는 차세대 소자로서 FRAM과 MRAM이 서로 다른 원리와 구조를 바탕으로 경합하고 있는 가운데 사업단장 지원자들이 모두 FRAM이 아닌 MRAM의 개발을 제안하게 된 데에는 1990년대 미국, 유럽, 일본에서 MRAM에 관한 매우 획기적인 연구 결과들이 보고되고 있었던 분위기와 무관하지 않다. MRAM 분야, 또는 전자의 스핀 상태를 이용한다는 점에서 스핀트로닉스라고도 불리는 분야의 대표적인 기술적 문제들로는, 일반적으로 자성체의 속성을 지니지 않은 반도체 물질을 자성체와 결합시켜야 한다는 점, 저장 소자뿐 아니라 논리 소자에도 적용될 수 있기 위해서는 전자의 스핀 상태 유지 시간을 길게 유지시킬 수 있어야 한다는 점 등이 있었는데, IBM의 연구소가 이들에 대한 해결책을 제시하면서 전 세계의 큰 주목을 받았고, 미국 방위고등연구계획국(Defense Advanced Research Projects Agency, DARPA)로부터 대규모 연구비 지원을 받기 시작했다. 특히 1996년을 거치면서 1990년대 초반에 비해 이 분야의 논문 출판 수는 네 배로 증가했고 특히 역시 급격히 증가했다. 2000년에 들어 MRAM 분야는 Nature, Science 등을 비롯한 거의 모든 저널들에서 가장 중요한 연구 주제들 중 하나로 부각됐고, MRAM은 “진정한 양자전자학(genuine quantum electronics)”에 기반하여 완전히 새로운 기능을 발휘할 수 있는 소자로 여겨지면서 IBM과 Motorola에 의해 천억 원의 연구비 규모에 달하는 스핀트로닉스 연구개

357) J. F. Scott, “A Comparison of Magnetic Random Access Memories (MRAMs) and Ferroelectric Random Access Memories (FRAMs)”, *Ferro- and Antiferroelectricity: Order/Disorder versus Displacive* (Springer: Berlin, 2007), 199-209; Kinam Kim and S. Y. Lee, “Future Emerging New Memory Technologies,” *Integrated Ferroelectrics* (2004), 3-14.

발 계획이 수립됐다. 1990년대 미국에서 스핀트로닉스 분야의 발전에 기여한 인물들은 스핀트로닉스의 성공 사례를 통해 나노기술 전반에 대한 홍보를 전개했고 이들의 노력은 2000년 초 미국이 세계 최초로 NNI를 발표하는 것으로 이어졌다.³⁵⁸⁾

이와 같은 당시 국제 학계 및 산업계의 분위기를 고려해볼 때 나노 기능소자 개발사업의 사업단장 후보자들이 모두 MRAM을 차세대 전자소자로 내세우고 MRAM의 개발에 활용될 수 있는 스핀트로닉스 분야의 연구개발 계획을 제출했다는 점은 매우 자연스러운 일이었다. MRAM은 양자역학적 현상을 이용한 최초의 전자소자로 각광 받으며 DRAM과 같은 저장소자 뿐만 아니라 논리소자까지 모두 대체할 수 있는 가능성이 점쳐지고 있었다. 더욱이 IBM과 Motorola에 의한 선두 기업들의 대규모 투자 계획, 국방성의 지원 사실은 MRAM이 단순히 기술적 환상이 아닌 상당한 정도의 상업화 가능성을 지니고 있다는 점을 암시하고 있었다.

6.2. 사업단장의 선정

사업단장의 지원자들은 사업단장 신청서와 함께 이력서 20부, 연구 및 관리능력 평가 자료 20부, 연구개발계획서 20부를 첨부한 뒤 제출했다. 연구 및 관리능력 평가 자료는 연구실적, 연구성과활용 실적, 기획/관리 능력, 지도력 및 가치관이라는 네 가지 항목으로 이루어져 있었다. 각 항목의 세부항목들에서는 연구실적의 경우 논문과 특허의 실적을, 연구성과활용 실적은 기술료 수입, 기업화 및 실용화 실적 등을, 기획/관리 능력은 연구개발사업 관리 실적을, 지도력 및 가치관은 사업에 대한 비전과 국가과학기술 주요 위원회 참여 실적 등을 물었다. 연구개발계획서는

358) W. Patrick McCray, "From Lab to iPod: A Story of Discovery and Commercialization in the Post-Cold War Era," *Technology and Culture* 50(1) (2009), 71-77.

사업철학 및 추진 필요성, 국내외 기술개발 동향·분석, 연구개발 목표, 연구내용 및 범위, 연구개발 추진전략 및 체계, 기대성과 및 활용 방안, 연구개발 소요자원의 규모 및 확보 방안, 연구개발사업의 관리시스템의 절로 이루어졌다. 각 절에 대한 작성지침 역시 주어졌는데, 이에 따르면 사업철학 및 추진 필요성의 경우 “산업적 응용범위 및 파급효과, 시장성, 제품별 산업화 시기 및 판매예측과 시장, [...] 등을 고려하여 작성”해야 했고, 연구개발 목표 절은 “최종 목표 및 단계별 목표를 가시적이고 예측 가능하도록 가급적 정량화하여 구체적으로 기술”해야 했다. 연구내용 및 범위는 “기술체계도(tech-tree), 기술 및 제품개발 경로(technology and product road map) [...] 등을 제시”해야 했고, 연구개발 추진전략 및 체계는 PERT와 유사한 방식으로 “연구개발내용의 상호 연관관계를 각종 도식 및 그림을 사용하여 구체적이고 명확하게 제시”하기 위해 각 중 과제들에 대한 병렬적인 진도표를 작성해야 했다. 계획서는 기대성과 및 활용 방안에서 기술적 측면과 경제·산업적 측면으로 구분하여 기술하고 실용화 추진목표, 사업성과 배분계획 등을 작성하도록 요구했으며, 연구개발 소요자원의 규모 및 확보 방안에서는 각 과제들에 대해 연도별 소요연구비를 제시해야 했다.³⁵⁹⁾

나노기능 소자 개발사업의 단장 후보자로 선정된 8명을 대상으로 면접 평가가 2000년 3월 9일 오전 10시부터 다음 날 오후 2시까지 후보자 한 명당 한 시간씩 진행됐다.³⁶⁰⁾ 산업계 세 명, 학계 네 명, 연구소 세 명으로 이루어진 평가위원들 중 가장 큰 비중을 차지한 전공은 물리학 전공(고체물리, 원자물리학)으로 총 네 명이었고, 세 명은 전기전자 및 반도체 공학 전공이었으며, 화학(고분자), 재료공학, 경제학 전공이 한 명씩 포함됐다.³⁶¹⁾ 이들은 후보자들을 평가하기 위한 전문위원회 평가표를 받

359) 과학기술부 기초연구국 원천기술개발과, “21C 프론티어 연구개발사업 NaNo 기능소자 개발사업(2)”, 118-142.

360) 같은 글, 46. 면접 내용이 담긴 자료에서 면접자의 인적사항은 성(姓)을 제외하고 모두 비공개되어 있으나, 같은 문서의 6쪽에는 평가 결과 1순위, 2순위, 3순위 후보자의 성명과 소속이 공개되어 있다. 본문의 이하 면접에 관한 서술들은 두 자료에 담긴 정보를 조합한 결과이다.

았다. 평가 항목은 크게 연구수행 능력 30점, 경영관리 능력 30점, 연구개발 계획 40점으로 이루어졌고, 각 항목마다 세부 평가 항목과 각 항목에 대한 질문들이 던져졌는데, 이 질문들은 연구 결과의 기업화, 실용화에 대한 강조가 주를 이루었다. 예를 들어 연구수행능력의 30점은 연구실적 15점과 연구성과 활용실적 15점으로 구성됐는데, 활용실적 항목에서 산업적으로 활용된 연구실적 또는 연구성과의 기업화·실용화 경험이 많은가, 기업화·실용화 과정에서 어느 정도 주도적인 역할을 했는가, 기업화·실용화된 연구실적의 파급효과가 어느 정도인가가 기준으로 제시됐다. 이외에 경영관리 능력에서는 연구사업의 기획, 관리 경험 및 능력이 있는지, 기업가적 가치관을 어느 정도 가지고 있는지 등을 평가했으며, 연구개발 계획 항목에서 관련 기술 및 시장 동향 조사·분석의 충실도, 연구 목표의 타당성 및 명확성, 추진 전략의 적합성, 연구개발 단계별 일정의 구체성, 실용화 방안의 구체성, 산업계 수요와의 연계성 등을 평가했다.³⁶²⁾

평가위원들은 제출된 서류들을 기반으로 후보자들에 대한 토론을 한 뒤, 각 후보자들에 대해 한 시간씩 면접을 진행했다. 후보 중 한 명이었던 서울대 전자공학과 박영준 교수는 사업단이 독립적인 법인으로 운영된다는 점과 관련하여 사업단장 선정 이후의 신분에 대한 질문을 받았고 이에 대해 “선정 후의 신분에 대하여 깊이 생각하지 않았으나 신분 자체가 중요하지는 않다”고 답했다. 특히 사업 종료 후 해당 연구 결과들을 사업화할 수 있는 방안이 있느냐는 질문에 대해서는 “10년 후 돈을 벌겠다는 것이 아니라 이 분야 연구가 자생력을 갖도록 지속적으로 연구하겠다는 것”이라고 답했다.³⁶³⁾

또 다른 후보였던 KIST의 김희중 박사는 제출한 연구계획서에서 제시된 예시들이 “나노 소자가 아닌 듯”하다는 지적과 함께 “테라비트급 소

361) 같은 글, 35.

362) 같은 글, 44-45.

363) 같은 글, 180-184.

자 개발을 너무 쉽게 생각하는 것”이 아니냐는 질문을 받았고, 이에 대해 후보자는 “본 계획서의 완성도는 60% 정도 수준이며 좋은 아이디어를 최대한 선택하여 재구성할 예정”이라고 답했다. 이어서 김희중 후보자는 사업의 성공에서 가장 중요한 요소는 우수 인력의 유입을 유도하고 이들을 결집하여 동기를 부여하는 것이라는 점을 강조하며 이러한 측면에서 사업단장으로서 본인의 강점을 발휘할 수 있을 것이라고 답했다.³⁶⁴⁾

세 번째로 면접에 임한 삼성전자 종합기술원장 이조원 박사는 삼성전자와 국가연구개발사업 간의 관계에 관한 질문들을 집중적으로 받았다. 한 평가위원은 제출된 연구계획서 상에서 전체 사업의 참여 인력 중 삼성 인력이 50%에 달하는데 연구 결과의 소유가 어떻게 되는 것인지를 물었다. 이에 대해 이조원 박사는 사업단이 규정대로 “삼성과는 별도의 법인으로 추진”될 예정이며, 본인이 “사업단장이 되면 자연인으로 연구 수행할 예정이며 구체적인 것은 정부의 지침을 준수할 계획”이라고 답하고, 사업 참여 인력과 관련하여 삼성 뿐만 아니라 현대와 LG에서도 참여하기로 약속을 받았다고 덧붙였다. 이러한 질문들은 이조원 박사가 계획서에서 제안한 연구 목표와 연관된 것이기도 했다. 평가위원들은 연구 목표가 “너무 제품 위주”라며 이 사업이 이처럼 제품을 위주로 “반도체 산업을 결정지을 프로젝트라면 삼성에서 독자적으로 추진해야 하는 것”은 아닌지를 지적하면서 “창의적인 연구 수행의 필요성은 없는지”를 물었다. 이에 대해 이조원 박사는 제품 위주의 계획은 “목표가 뚜렷해야 한다고 생각했기 때문”이라 설명하고, 해당 국가연구개발사업을 통해 “우리나라 반도체 산업의 비전을 높”일 수 있을 것이라 답했다.³⁶⁵⁾

열 명의 면접위원들은 연구계획서와 면접 결과를 바탕으로, 후보자들에 대해 “연구수행능력” 30점, “경영관리능력” 30점, “연구개발계획” 40

364) 같은 글, 185.

365) 같은 글, 186. 이어서 5명의 후보자에 대해서도 면접이 진행됐다. 같은 글, 187-191.

점을 만점으로 삼아 각 항목들에 대해 점수를 매겼다. 그 결과 “연구수행능력” 부문에서는 박영준이, “경영관리능력” 부문에서는 삼성중기원이조원과 KIST의 김희중이, “연구개발계획” 부문에서는 박영준이 높은 점수를 받았다. 후보들에 대한 정량적인 평가를 토대로 평가위원들은 아래와 같이 박영준, 이조원, 김희중을 각각 1, 2, 3순위로 세 명의 최종 후보자들을 추려냈다.³⁶⁶⁾

평가 위원	박영준 (서울대 전자공학과)				이조원 (삼성전자 종합기술원)				김희중 (KIST)			
	연구 수행	경영 관리	R&D 계획	합계	연구 수행	경영 관리	R&D 계획	합계	연구 수행	경영 관리	R&D 계획	합계
A	26	22	33	81	29	28	34	91	26	28	33	87
B	26	22	30	78	26	22	28	76	26	25	29	80
C	26	27	35	88	27	25.5	34.5	87	25.5	27	33.5	86
D	26	25.5	31.5	83	24	26	33.5	83.5	23.5	25	30.5	79
E	25	28	27	80	25	26	29	80	25	27	29	81
F	22.5	22.5	32	77	26	22.5	29	77.5	25.5	22.5	28.5	76.5
G	30	25	32	87	20	30	30	80	30	25	28	83
H	26	27	33	86	26	25	30	81	25	24	31	80
I	27.4	26.2	33	86.6	26.5	25.7	33.8	86	25.8	27.2	31.4	84.4
J	24	26	30	80	24	21.5	29	74.5	22	21.5	29	72.5
평균	25.9	25.1	31.7	82.7	25.3	25.2	31.1	81.7	25.4	25.2	30.3	80.9

표 6-2 사업단장 후보자 평가 결과 (출처: “21c 프론티어 연구개발사업 NaNo 기능소자 개발사업(2)”, 11.)

평가위원들은 세 명의 최종 후보자들에 대해 정량평가 결과 외에 평가의견을 덧붙였다. 이들에 따르면 가장 높은 점수를 받은 박영준 교수는 “산·학·연 연계에 대한 식견과 기획능력 및 사업관리 능력을 보유”하고 있는 반면, 당시 사업단장을 맡고 있었던 “시스템집적반도체사업

³⁶⁶⁾ 같은 글, 11.

(1998-2010)”과의 중첩 문제와 단장 선정 이후 사업의 효율적 추진을 위해 서울대 교수를 사직하는 문제에 대해 검토가 필요했다. 이조원 박사는 반도체 분야에 대한 “지식과 식견 및 삼성에서의 상품화 경력이 풍부”하다는 장점이 있으나, 연구 계획이 “반도체 제품개발 위주이며 삼성 위주”이며 이대로 진행될 경우 “삼성 위주의 사업 추진이 우려”된다는 평가를 받았다. 평가위원들은 이에 덧붙여 국가연구개발사업의 연구비를 삼성 위주의 제품 개발을 위해 사용된다면 이는 “공적자금에 대한 이해 상충[이] 우려”되기 때문에 “향후 삼성과의 관계 정립이 필요”할 것이라고 평가했다. KIST의 김희중 박사에 대해 평가위원들은 그가 “경영 능력이 있으며 과제 도출이 명확”하다는 장점이 있는 반면, 계획서대로 진행될 경우 “KIST 중심의 연구가 우려”되고 후보자의 “전공분야(재료)와 일치하지 않아 기술지도에 문제[가] 예상”된다고 보았다.³⁶⁷⁾

일주일 후인 3월 16일, 세 후보에 대해 각각 약 15분 내외로 면접이 이루어졌다. 과학기술부는 면접 전, 각 후보들에 대한 “특기사항”을 요약하여 정리했고, 면접 질문들은 이 “특기사항”에 관한 것들이 대부분이었다. 특기사항에 따르면 서울대 박영준 교수는 전문성이 높으나 “사업단 업무에 전념할 수 있는 주변 여건이 불확실하고 본인의 의지도 부족한 것으로 검토”되었고, 과기부의 “시스템 반도체 사업”의 단장을 맡고 있어 기존 사업의 단장을 “교체[해야] 하는 문제[가] 내재”했다. KIST 김희중 박사는 “원만한 인격의 보유자로 사업 운영이 원활할 것으로 예상”되나, “전문성의 문제가 다소 있”었고, 더욱이 “KIST 중심의 연구내용으로 준비”가 되었다는 점이 당시 지능형 마이크로 시스템 사업을 KIST의 박종오 박사가 추진 중이라는 점과 함께 문제점으로 거론됐다. 삼성전자 종합기술원의 이조원 박사는 “연구계획 내용이 상당히 체계적이며 관리 체계도 적정”하고, “제품화 성공 가능성이 높을 것으로 예상”되나, “반도체 개발에 연구 내용이 과도하게 집중”되어 “기업의 상품 개발을 정부가 지원한다는 우려를 불식하는 데 어려움[이] 예상”된다고 요약됐다.³⁶⁸⁾

367) 같은 글, 15.

면접관으로는 과학기술부 차관, 기획관리실장, 최석식 연구개발국장, 김승봉 과장이 자리했다. 면접에서 박영준은 “중점사업인 시스템반도체 사업단장을 포기하고 나노사업 단장을 맡으려는 이유”가 무엇인냐는 질문을 받았다. 이에 대해 박영준은 “시스템반도체 사업은 이미 체제가 확립”되어 있으므로 “나노사업단장이 되면 Transition기간(3-6개월)을 두어 문제가 없도록 하겠”다고 답했다. 이어 “강의로 인해 사업단장직에 전념하기 어려울 것 같”다는 질문에 대해 박영준은 “교수직을 사직하는 것 보다는 서울대 교수 및 반도체 연구소장의 직위를 활용하는 것이 보다 효율적”이라고 답하며 “필요하다면 파견 형태로 전념하겠”다고 답했다. 김희중 박사는 “전공이 재료공학으로서 나노와 연계가 되지 않고 연구계획서가 KIST 위주로 되어 있”다는 점에 대해 “나노 전문가를 참여시켜 최상의 연구팀을 구성하겠”다고 답했다. 이조원 박사는 “삼성전자가 주관하게 되면 기업연구를 지원한다는 비난과 외국과의 통상문제 등의 우려[가] 야기”된다는 질문에 대해 “삼성으로부터 독립하여 별도 연구법인을 설립”하겠다고 답했고, “목표가 반도체 위주여서 원천기술 부문을 소홀히 할 우려”가 있다는 점에 대해서는 나노기술 중 가장 유망한 분야가 반도체이며 원천기술 역시 일정 부문 지원할 예정이라고 답했다.³⁶⁹⁾

4월 18일 과학기술부는 나노기능소재개발사업의 단장으로 평가위원회 의해 2위로 추천됐던 삼성전자 종합기술원의 이조원 박사를 선정했다.³⁷⁰⁾ 이와 관련하여 과기부는 특별히 Smart Microsystem과 계측 기능 분석을 이용한 신유전자기술 개발의 사업단장 선정 사례들을 포함하여 프론티어 사업의 사업단장 선정에 관한 종합적인 해명을 덧붙였다. 과기부는 해명에서 평가위원회의 2단계 점수평가절차를 생략함으로써 사업단장을 공고된 절차와 다르게 변경하여 선정했다는 점을 인정했다. 이에 대한 변경 사유로서 과기부는 “1단계 평가에서 선정된 3인의 후보자는

368) 같은 글, 152.

369) 같은 글, 144-147

370) 과학기술부 기초연구국 원천기술개발과, “21C 프론티어 연구개발사업 NaNo 기능소재 개발사업(3)” (국가기록원, 2000), (관리번호: DA0772096), 3.

평가점수가 거의 유사하였고, 평가위원회에서도 모두 사업단장으로서의 적절한 자격을 갖추고 있다고 평가”했다는 점을 들면서, “2단계 평가에서 이들을 다시 점수로 평가하는 것은 더 이상 의미가 적을 것으로 판단”했다는 점을 들었다. “2단계의 점수평가절차를 생략함으로써 후보자 선정을 둘러싼 과열된 현상을 배제할 필요성을 고려한 것”으로, “당초의 절차를 변경해서라도 가장 우수한 후보자를 선정하는 것이 합리적이라고 판단”했다는 것이다.³⁷¹⁾

사업단장으로 선정된 이조원은 자성 소재 위주로 연구 경력을 쌓아온 인물이었다. 그는 1978년에 한양대 금속공학과를 졸업하고 국방과학연구소에서 연구원 생활을 하다가 1982년 미국 펜실베이니아주립대에서 전기화학으로 석사학위를, 1986년 금속공학으로 박사학위를 취득했다. 이후 1990년까지 카네기멜론 대학교의 Magnetic Technology Center에서, 1992년까지 IBM Watson 연구소의 Magnetic Department에서 자기소자에 대한 연구를 수행해왔다. 1992년 삼성 종합기술원에 입사한 이후에는 신소재연구실의 수석연구원 실장과 반도체소자연구실 프로젝트 매니저를 역임했다.³⁷²⁾ 이후 과기부와는 1999년 『2025년을 향한 과학기술발전 장기비전』(이하 2026년 장기비전)의 수립 과정을 통해 인연을 맺었다. 임관 삼성 종합기술원 원장이 기획위원장을 맡았던 2025년 장기비전의 준비위원회에서 이조원은 재료 분과위원회의 위원장을 맡으며 기업 연구소의 연구원, 대학 교수들과 함께 재료 분야의 장기 계획을 수립하는 과정에 참여했다.³⁷³⁾

1위 후보로 추천된 박영준 대신 이조원이 사업단장으로 선정되는 과정은 당시 산업계를 위한 중장기적인 지식의 생산자로서 대학이 어떻게 대형 국가연구개발사업이라는 틀 안에서 자리를 잡아가고 있었는지를 구체

371) 과학기술부 기초연구국 원천기술개발과, “유전체 사업단 법인화철(1)” (국가기록원, 2000), (관리번호: DA0772194), 117-118.

372) 동아사이언스, “테라급나노소자 개발사업단장 이조원,” (2004); 철제목: “Tera급 나노소자개발사업 (5)” DA0868858, 81쪽.

373) 과학기술부, 『2025년 장기비전』, 154.

적으로 보여준다는 점에서 의미가 있다. 이조원이 사업단장으로 선정되는 과정에서 서울대 재료공학부 김기범 교수는 나노기술을 이용해 테라급 소자를 개발한다는 내용의 제안서를 작성했다.³⁷⁴⁾ 김기범은 1996년에 테라비트 급의 저장소자의 개발을 목표로 내걸고 LG의 지원을 받아 서울대에 초미세소자연구소를 설립하고 양자점 형성에 대한 연구를 수행한 바 있었다. 김기범은 당시 100억 원 정도의 공공 자금이 투입되는 대규모 사업을 관장하기 위해서는 대학 교수나 정부출연연구소의 연구원보다는 “기업체 마인드가 있는 사람”이 필요하다는 판단을 따라, 본인이 직접 나서기보다는 삼성 종합기술원에서 연구단장직에 관심을 보였던 이조원을 돕기 시작했다.³⁷⁵⁾ 이러한 김기범의 전략적인 움직임은 단순히 명분의 차원에서가 아니라, 실질적인 수준에서 연구개발 활동을 통해 산업계와 연계될 수 있고 특정 대기업에 기여할 수 있을 때에만 대학의 연구실이 정부의 국가연구개발사업의 주된 행위자로 참여할 수 있다는 점을 암시한다.

6.3. 사업의 개시

이조원이 사업단장으로 선정된 후, 서정욱 과학기술부 장관, 윤종용 삼성전자 대표이사, 이조원 사업단장 간의 협약이 체결됐다. 이에 따르면 매년 과학기술부는 100억 원, 민간은 50억 원을 사업단에 출연하여 사업단은 매년 150억 원의 연구비를 운영할 수 있었다. 사업단 이름은 “나노”라는 표현 앞에 “테라급”이란 단어를 덧붙여 “테라급나노소자개발사업단”으로 명명됐다.³⁷⁶⁾

374) Hyungsub Choi, “Emerging Opportunities,” 346.

375) 김기범, 최형섭과의 인터뷰, 2012년 11월 9일. 서울대 초미세소자연구소의 설립 과정에 대한 서술은 5단원과 Hyungsub Choi, “Emerging Opportunities”를 참조할 수 있다.

376) 정부 자료는 당시 “테라”라는 용어를 당시 과기부의 최석식 연구개발국장이 불

“사업단을 민간 기업에 둘 수 없다”는 취지 하에 사업단의 위치는 과학기술부가 주선하여 한국과학기술연구원의 최형섭 연구동에 설치했다.³⁷⁷⁾ 이러한 취지와는 별개로 “테라급나노소자개발사업단”의 이사진 구성은 대다수가 민간 기업 출신 인사로 채워졌다. “테라급나노소자개발사업단” 재단법인의 이사장으로는 당시 삼성 종합기술원 손욱 원장이 추대됐다. 손욱은 1967년에 서울대 기계과를 졸업하고 연세대학교 경영대학원에서 석사학위를 받은 뒤 삼성전자 기획조정실장을 거쳐 1999년부터 종합기술원 원장 직을 맡아오며 삼성전자에서 경력을 쌓아온 인물이었다. 이 외에도 이회국 LG전자 부사장, 김세정 현대전자산업 부사장, 김원찬 서울대 교수, 위당문 한국과기원 교수, 곽계달 한양대 교수, 이인원 표준연 연구원, 이준근 한국과기원 책임연구원, 최석식 과기부 연구개발국장, 이조원 단장이 이사진에, 경종철 한국과기원 감사가 법인의 감사로 합류했다.³⁷⁸⁾

이조원 단장은 테라급나노소자개발사업을 크게 네 개의 중분류 과제들인, “Tera급 Nanoelectronics”, “Spintronics”, “분자전자소자”, “나노 요소 기술”로 분류하고, 각각의 중분류 과제를 2-6개의 소분류 과제로 구성하여 총 15개의 소분류 과제로 구성된 로드맵을 제시했다.³⁷⁹⁾

였다고 밝히고 있다. 교육과학기술부, 『21C 프론티어사업, 10년을 말하다』 (교육과학기술부, 2010), 251.

377) 이 과정에서 과학기술부와 KIST 간의 마찰이 있었다. 당시 KIST는 연구 공간이 부족했기 때문에 사업단이 들어서는 상황에 대해 연구원들이 반발했고, 이와 관련하여 KIST 경영기획실장이었던 김인수가 설득에 나서기도 했다. 과학기술부 기초연구국 원천기술개발과, “Tera급 나노소자개발사업 (5)” (국가기록원, 2000), (관리번호: DA0868858).

378) 과학기술부 기초연구국 원천기술개발과, “유전체 사업단 법인화철(1)”, 52.

379) 과학기술부 기초연구국 원천기술개발과, “Tera급 나노소자개발사업 (5)”, 47.

Tera급 나노기능 소자를 위한 Technology Road map



(X-k:나노요소 기술명-단계, X(나노요소 기술명):A~F, k:1~3)

그림 6-1 테라급나노소자개발사업의 기술적 로드맵. (출처: “Tera급 나노소자개발사업(5)”, 47.)

로드맵에서도 드러나듯이, 이조원 단장이 제시한 사업의 전체적인 계획은 원리적으로 상이한 세 가지 기술들, 즉 단전자 기반 기억소자 (single electron memory), MRAM, 탄소나노튜브를 이용한 분자 기반

기억소자들을 병렬적으로 개발하는 것이었다. “Nano CMOS 개발” 과제를 제외하면 단전자 기반 기억소자, MRAM, 분자전자 기억소자들의 개발 절차들은 독립적으로 진행될 예정이었고, “나노요소기술”에 해당하는 과제들이 세 가지 중분류 과제들을 기술적으로 지원할 수 있는 가능성이 있었다. 이조원 단장의 연구계획서에 대해 사업의 준비 과정에 참여했던 몇몇은 우려를 표시하기도 했다. 과기부에서 열린 연구계획서 검토 회의에서 국양 교수는 “미국은 SET(Single Electron Transistor) 한 분야에 100억 [원]을 투자”한다는 점을 언급하면서 “미국보다 적은 투자로 좋은 성과를 얻기 위해서는 나열식으로 일하기보다 성과가 확실한 곳에 집중 투자할 필요가 있”다고 지적했다. MRAM 개발을 목표로 삼은 것에 대한 우려도 있었다. 현대전자의 고요환 박사는 “MRAM은 이미 미국에서 상당히 개발되었[고] [...] 이미 상품화 단계에 들어갔”다는 점을 들어 사업 목표가 잘못 설정되었다고 지적했다, 국양 교수는 “MRAM의 경우 관련 기술을 IBM이 공개하지 않고 있”고 이로 인해 “과거 DRAM을 개발할 때보다 더욱 벽이 높은 것 같”다며 보다 경쟁력 있는 분야에 집중하자고 제안했다.³⁸⁰⁾

이조원 단장은 로드맵 상으로 드러나는 과제들 외에 실패 위험이 높은 과제들을 묶어 “feasibility study”라는 중분류를 만들고, 이에 더해 “총괄 과제”를 하나 더 계획했다. 그에 따르면 이 “총괄과제”는 “국가와 기업의 R&D system[을] 통합”하기 위한 것으로 이 과제를 통해 테라급 반도체 개발을 위한 효율적인 연구개발 관리 체계가 구축될 수 있었다. 이러한 연구개발 체계에 있어서의 “국가와 기업의 [...] 통합”은 사실상 “국가 과제에 기업의 R&D Mgt. system[을] 도입”하는 것을 의미했다. 계획에 따르면, 당시 삼성에서 내부적으로 활용하고 있었던 과제, 회계, 특허 관리 체계를 국가연구개발사업의 과제에 도입하고 세부과제 책임자들과 수행자들에게 기술경영 교육을 실시함으로써 “선진 연구기법 활성화 및 정

380) 과학기술부 기초연구국 원천기술개발과, “21c 프론티어 연구개발사업 NaNo 기능소자 개발사업(2)”, 71-72

작”을 기대할 수 있었다.³⁸¹⁾

사업 계획의 병렬적 구성, MRAM 개발 목표 등에 대한 우려에도 불구하고 이조원 단장은 계획서의 큰 틀을 유지한 채 세부과제들을 전국에 공모하고 연구책임자를 선정한 뒤 모든 과제들에 대해 협약을 체결했다.³⁸²⁾ 아래의 표에서 드러나는 2000년 이전 국가연구개발사업과의 가장 큰 차이점은 참여 주체별로 비교했을 때 정부출연연구소, 기업연구소보다는 대학의 연구실들, 특히 물리학과, 재료공학과, 전자공학과 연구실의 참여가 가장 큰 비중을 차지한다는 점이다. 그럼에도 불구하고 정부의 투입 예산 기준으로는 삼성 종합기술원에 가장 많은 예산이 투입됐다. 개별 과제별로는 과기부가 전체 사업에 지원하는 연간 100억 원의 예산 중 삼성 종합기술원이 주관하는 “Tera bit급 Si based SEM 개발” 과제와 “MRAM Integration Process 개발” 과제에 각각 약 10억 원씩이 투입됐고, 이조원 단장이 추진하는 “목표관리시스템구축” 과제에 약 15억 원이 투입되어 세 과제가 총 34개의 과제들 중에서 전체 예산의 약 35%를 차지했다.

중분류	소분류 과제	주관 기관 (연구책임자)	참여 연구팀	첫 해 예산 (정부/기업) (단위: 억 원)
Tera급 nano- electronics	Tera bit급 Si based SEM 개발	삼성 종합기술원 (김병만)	서울대(박병국)	9.8/10
	Nano CMOS 개발	KAIST(신형철)	KAIST(이귀로) 고등과학원(김대만) 원광대(이종호)	5.5/0
	SET Logic 및 응용소자 개발	충북대(최중범)	ETRI(이성재) 포항공대(정윤하)	5.2/0

381) 같은 글, 9-10.

382) 과학기술부 기초연구국 원천기술개발과, “Tera급 나노소자개발사업 (5)”, 145-151.

중분류	소분류 과제	주관 기관 (연구책임자)	참여 연구팀	첫 해 예산 (정부/기업) (단위: 억 원)
	Tera bps급 집적회로 개발	서울대(서광석)	한양대(오재응) KAIST(양경훈)	5.5/0
Spintronics	MRAM Integration Process 개발	삼성 종합기술원(석중현)	KAIST(이택동) 서울대(차국린)	9.2/10
	MRAM용 MR소자/소재 단위공정	KIST(신경호)	하이닉스반도체(박영 진)	6.8/10
	Spin Injection 소재 및 소자 개발	충남대(김도진)	충남대(임영언, 김호진)	1/0
		KIST(김광운)		0.6/0
		서울대(오은순)		0.4/0
분자전자 소자	Tera bit급 탄소나노튜브 메모리 소자 개발	LG전자기술원(신진 국)	영남대(김동호) KIST(이윤희)	3/4
		삼성종합기술원 (최원봉)	서울대(박영우)	3/5
	Tera bit급 분자메모리 소자 개발	화학연(이창진)	동아대(송정근)	4.2/0
나노요소 기술	자기조립체 및 각인	한양대(이해원)	서울대(이홍희) 포항공대(김진곤) 서울대(차국헌)	3.5/0
	식각장비 요소기술, 공정개발	성균관대(염근영)	코리아 바룸테크(주)(우형철) 성균관대(조성민) 포항공대(이재구)	3.5/1
	단원자층 증착기술 개발	한양대(전형탁)	무한 다산 C&I 테크노세미텍 KIST(김용태) 서울대(황철성) 화학연(김윤수) 한양대(원영도)	4.5/2
	양자점 형성기술 개발	서울대(김기범)	서울대(윤의준, 현택환) 한양대(정용제) 고려대(허주열)	3.3/0

중분류	소분류 과제	주관 기관 (연구책임자)	참여 연구팀	첫 해 예산 (정부/기업) (단위: 억 원)
			KAIST(천진우) 난징대(Chen)	
	Tera급 광연결 기술개발	광주과학기술원 (이용탁)	PPI(이형중) 전북대(양계모, 정향근) 광주과학원(김장주) 정보통신대(박효훈)	5/1.4
	나노분석 기술개발	표준연(박병천)		1.5/0
		표준연(문대원)		0.6/0
		포항공대(이종람)	포항공대(구양모)	0.5/0
		연세대(엄한웅)		0.4/0
		포항공대(박찬경)		0.3/0
		전북대(이정근)		0.2/0
Feasibility Study	클러스터이온을 이용한 나노소자 shallow junction용 implantation 기술개발	KIST(최원국)		0.3/0
	Tbps급 수동소자를 위한 유전체 박막의 초고주파 특성 연구	서울대(박병우)		0.3/0
	나노 Domain 제조와 분석	KAIST(노광수)		0.3/0
	나노구조 형성 관련 화학전구체의 개발 및 평가	포항공대(이시우)		0.3/0
	나노선 자체조립	한남대(유종성)		0.3/0
	극자외선 노광 요소기술개발	한양대(안진호)		0.3/0
	탄소나노튜브/탄소규소 나노 로드 이중 구조 구성	KIST(최현진)		0.3/0
	반도체 제조 공정 중의 나노 크기 클러스터 미립자 억제 기술개발	강원대(김교신)		0.3/0
	고유전율 게이트 절연막	광주과학기술원		0.3/0

중분류	소분류 과제	주관 기관 (연구책임자)	참여 연구팀	첫 해 예산 (정부/기업) (단위: 억 원)
	형성공정 및 특성 분석 연구	(황현상)		
	나노 CMOS 열방출 및 냉각을 위한 열전박막과 초격자 특성연구 및 Peltier 냉각소자 제작	포항공대(이규철)		0.3/0
총괄과제	목표관리시스템구축	사업단(이조원)		14.5/0

표 6-3 테라급나노소자개발사업의 세부과제 목록 (출처: “Tera급 나노소자개발사업 (5)”, 145-151.)

6.4. 나노기술종합발전계획의 수립

테라급나노소자개발사업이 착수되고 5개월이 지난 2000년 12월 19일, 국가과학기술위원회 회의에서 나노기술종합발전계획을 수립하고 추진하는 안이 통과됐다. 해당 계획을 수립하는 작업은 테라급나노소자개발사업단에게 맡겨졌다. 테라급나노소자개발사업단은 “나노기술 종합발전 계획수립”이라는 세부 과제를 신설하고, 내부적으로 작업팀을 구성하여 2001년 3월까지 기본계획 시안을 완료하고 공청회를 개최한 뒤, 7월까지 국가과학기술위원회에 보고하기로 했다. 사업단이 구성한 “산·학·연 전문가 21명으로 분야별 4개 작업팀”은 아래의 표에서도 확인할 수 있듯이 상당수가 테라급나노소자개발사업의 과제를 수행하고 있던 연구자들이었다. 이들은 2001년 2월부터 5월까지 4개월간 여섯 차례의 회의를 거쳐 나노기술종합발전계획을 수립해 나갔다.³⁸³⁾

383) 과학기술부 기초연구국 원천기술개발과, “나노기술종합발전계획 (1)”, 54; 과학기술부 기초연구국 원천기술개발과, “Tera급 나노소자개발사업(5)”, 130.

이들이 수립한 나노기술종합발전계획은 연구개발, 인력양성, 시설구축이라는 세 가지 축을 중심으로 한 10개년 계획이었다. 이 중에서 연구개발 부문은 “2010년 시점에서 세계 최고기술력 확보가 유망하고 현재 인력 전환활용이 가능한 분야”로서 “나노전자소자”, “나노핵심소재”, “나노공정”, “나노공정장비”를 “4대 핵심기술”로 설정하고 추진방법으로 테라급나노소자개발사업이 속해있던 프론티어사업을 제시했다. 이처럼 나노기술종합발전계획이 계획의 구체적인 실행 수단으로 프론티어사업을 지정하고 산업자원부 사업들은 모두 제외되는 등 다른 부처들과의 협의가 충분히 이루어지지 않은 채 수립된 점에 대해 “NT는 anti”라는 비판이 제기되기도 했다.³⁸⁴⁾

구분	항목	참여 전문가
정책팀	결과 검토 및 균형조정	이조원 단장 (나노사업단) 국양 교수 (서울대) 황정남 교수 (연세대) 김대만 박사 (고등과학원) 김학민 전문위원 (KISTEP) 최광연 과장 (과학기술부)
제1팀	필요성/전망/파급효과 분석 인력양성 및 시설 추진계획	이해원 교수 (한양대) 이신두 교수 (서울대) 석중현 박사 (삼성중기원) 손권중 국장 (나노사업단) 김선계 서기관 (과학기술부)
제2팀	국내외 기술동향 및 수준분석 우선분야 선정	박종구 박사 (KIST) 이창진 박사 (화학연구소) 이인숙 박사 (LG기술원) 최중범 교수 (충북대) 강병삼 사무관 (과학기술부)
제3팀	연구개발 추진 계획 수립	조영호 교수 (KAIST) 김기범 교수 (서울대) 김병기 박사 (기계연구원) 이희구 교수 (서강대)

384) 과학기술부 기초연구국 원천기술개발과, “나노기술종합발전계획 (1)” 37.

구분	항목	참여 전문가
		나경환 박사 (생산기술연구원)

표 6-4 나노기술종합발전계획단 명단 (출처: “Tera급 나노소자개발사업(5)”, 130)

테라급나노소재개발사업단은 미국의 NNI를 설계한 로코(Mihail C. Roco)를 해외자문위원으로 영입했다.³⁸⁵⁾ 로코는 미국에서 NNI가 입안되는 데 핵심적인 역할을 한 인물로, NNI를 계획에 대해 정부 관계자들과 대중을 설득한 인물이었다. 그는 1997년 Interagency Working Group on Nanoscience, Engineering, and Technology (IWGN)를 구성하고 국가과학기술심의회(National Science and Technology Council)에 자문을 했고, 1998년부터는 나노 과학기술분야의 정부 정책에 관한 각종 보고서들을 제출했다. 1999년 초 NNI를 작성한 후 예산의 마련을 위해 의회의 핵심 관계자들과 국립과학원, NASA, 국방부 등을 설득했고, 대중들로 하여금 나노기술이 무엇이고 이 기술이 어떻게 미래를 바꿀 수 있는지를 설명하기 위해 홍보물을 제작했다.³⁸⁶⁾

그런데 미국에서 NNI가 입안되는 과정에서 의회를 설득하는 데 가장 주요했던 논리 중 하나를 주목할 필요가 있다. 나노기술 분야에 어느 정도의 연방 정부 세금이 투입되어야 하는가를 논의하기 위해 1996년 6월 22일에 개최된 국회 과학소위원회(House of Representatives' Committee on Science)가 열렸다. 이 자리에서 플러렌(C₆₀)을 공동발견하여 1996년에 노벨상을 받은 화학자 스멀리(Richard E. Smalley) 교수는 나노기술 분야의 연구는 “본질적으로 소규모과학(intrinsically small science)”이라는 점을 강조했다. 나노과학의 연구는 한 두 개의 연구 기관에 집중되지 않기 때문에 NNI의 자금은 개인 연구자들에게 연구 기회를 제공해줄 수 있을 것이고, 이는 학생들을 유인하는 데에도 기여할 수 있다는 것이다.³⁸⁷⁾ 실제로 NNI의 하부 계획들 중 가장 핵심은 기초연구를 수행하는

385) 과학기술부 기초연구국 원천기술개발과, “Tera급 나노소자개발사업 (5)”, 139.

386) W. Patrick McCray, “Will Small Be Beautiful?” 184-8.

개인 연구자들에게 전년도에 비해 50% 증액시킨 9천만 달러의 연구비를 지원하는 내용이었다.³⁸⁸⁾ 이처럼 로코가 직접 NNI를 설득하는 과정에서 동원됐던 소규모 과학의 논리와는 별개로, 국내 언론에 의해 로코는 정반대의 논리를 제공하는 메신저로 그려졌다.

미국 국가과학기술위원회 산하 나노기술개발추진단 간사를 맡고 있는 로코 박사는 1일 방한해 테라급나노소재개발사업단을 찾은 자리에서 “나노 이후의 지구촌은 가히 상상도 할 수 없는 문명 문화의 변화를 맞을 것”이라며 “한국은 능력상 개발가능한 것을 선택해 집중 연구해야 나노선진국권에 진입할 수 있을 것”이라고 말했다.³⁸⁹⁾

나노기술종합발전계획이 테라급나노소재개발사업단에 의해 수립됨으로써, 사업단이 계획을 수립하고 수립된 계획이 다시 사업을 정당화하는 순환 고리가 완성됐다. 미국에서 NNI가 소규모과학이란 명분 하에 다수의 소규모 개인 과제로 분산됐던 것과 반대로, 나노기술종합발전계획은 테라급나노소재개발사업을 주된 연구개발 수단 중 하나로 삼았다. 이를 통해 삼성 종합기술원과 이를 둘러싼 국내 일부 대학 연구실들로 집중된 테라급나노소재개발사업단은 2000년대 한국의 나노기술 개발을 담당하는 국내 대표 기관으로 자리잡을 수 있었다.

6.5. 사업의 진행과 MRAM 개발

사업에 착수한 후 가장 먼저 나온 가시적인 성과는 KAIST의 신형철 교수가 연구책임자로 참여하고 KAIST의 이귀로 교수, 고등과학원의 김

387) Ibid, 187.

388) Ibid, 190.

389) 국민일보, “‘나노’란 ‘난쟁이’ 의미 그리스어 머리카락의 5만분의 1” (2001.6.1.).

대만 교수, 원광대의 이종호 교수가 참여했던 “Nano CMOS개발” 과제였다. 2001년 12월 원광대의 이종호 교수(현 서울대 전기전자공학부 교수)는 게이트 부분의 전자가 누출되는 문제를 해결하기 위해 사이드 게이트를 설치하는 벌크 핀펫(FinFET)이라는 기술을 개발하여 비메모리 반도체를 입체적으로 구조로 만들 수 있는 방법을 고안해냈다.³⁹⁰⁾ 하지만 테라급나노소자개발사업의 연구 성과의 기업화에 대한 강조에도 불구하고, 정작 이종호 연구실의 성과는 기업화로 이어지지 못했다. 이종호는 과제의 연구주관기관이었던 카이스트에 특허 출원을 신청했으나, 카이스트는 예산 부족을 이유로 국내 특허만 출원하고 국외 특허는 거부했다. 다음 해 원광대에서 경북대로 이직한 후에도 대학 측으로부터 특허 출원을 거부당한 이종호는 결국 개인 명의로 국외 특허를 출원해야 했다.³⁹¹⁾

사업단은 사업에 착수한 지 1년 만에 분야별 평가위원을 구성하여 평가를 실시했다. Tera급 Nano-electronics 및 분자전자소자 분야 7명, Spintronics 분야 11명, 나노요소기술 분야 8명, feasibility study 분야 8명, 해외자문단 3명으로 구성된 평가단은 분자전자소자 분야와 나노요소기술 분야에서 한 개씩, feasibility study 분야에서 세 개, 총 다섯 개의 과제들을 중단시켰다. 분자전자소자 분야에서 LG 전자기술원(신진국)이 수행한 “탄소나노튜브 메모리소자” 과제는 같은 주제로 연구한 삼성 종합기술원과의 경합에서 탈락했고, 나노요소기술 분야에서 전북대(이정근)가 수행한 “자기공명을 이용한 나노구조 연구”는 탄소나노튜브 분석에만 치중했다는 이유로, Feasibility Study 분야에서 한남대(유종성)가 수행한

390) FinFet 기술은 버클리대에서 개발됐다. 이에 대한 분석은 다음을 참조할 수 있다. Douglas O'Reagan and Lee Fleming, “The FinFET Breakthrough and Networks of Innovation in the Semiconductor Industry, 1980-2005,” *Technology and Culture* 59, no. 2 (2018), 251-288.

391) 이는 현재 인텔이 100억 원의 특허 사용료를 지불하고 있는 비메모리 분야 기술로, 삼성전자가 이 기술을 갤럭시 S6 모델부터 특허 사용료를 지불하지 않은 채 무단으로 사용해오다 최근에서야 논란이 되기 시작했다. 이를 잘 정리한 기사로는 다음을 참조. 한겨레, “[단독] 인텔이 100억 낸 국내 기술, 삼성은 특허료 안 내려 ‘꼼수’” (2018.5.23.); 전자신문, “4000억대 반도체 특허 소유권 논란..소송 변수로” (2018.6.21.).

“나노선 자체조립” 과제, 강원대(김교선)가 수행한 “나노크기 클러스터 미립자 억제기술” 과제, 포항공대(이규철)가 수행한 “나노 CMOS 열방출 열전박막 연구”과제는 “사업목표 연계 미흡” 및 “평가 결과 미흡”을 이유로 중단됐다.

이와 반대로 평가위원들은 대체적으로 단전자 기억소자와 MRAM의 과제들에 대해 우호적인 평가를 내렸다. 이들은 “한국의 실정에 Single Electron Memory 분야는 세계를 주도할 가능성이 있”다고 평가했고, MRAM 개발과 관련하여 Spin 주입이라는 같은 주제를 다루는 세 개의 과제가 중복되어 있는 상황에 대해서는 “Spintronics 과제의 경우 세계적으로 확실한 기술 경로가 확실하지 않은 만큼 모두 가능한 연구가 parallel하게 진행되는 것이 바람직”하다고 평가했다.

이른바 나노기술을 필두로 단전자 트랜지스터와 MRAM 위주의 대형 국가연구개발사업의 시행은 그간 국내외적으로 활발한 연구 활동을 수행해온 다른 분야가 급속히 축소되는 결과를 야기했다. 대표적으로 FRAM의 개발과 직접적으로 연관되어 있었던 강유전체(ferroelectrics)의 물성에 관한 연구 분야는 당시 국내에서 부산대 물리학과를 중심으로 오랜 연구 전통이 확립되어 있었다. 평남 출신의 부산대 물리학과 이범삼 교수(1915-1976)는 평남 안주 농업학교를 졸업하고 1942년 동경 물리학교 이화학부 고등사범과를 졸업한 뒤, 부산대 수물학과에 정착한 후에는 김정남, 윤수인, 노지현, 진광수 등을 제자로 키웠는데 이들은 모두 부산대 물리학과 교수로 부임했다. 1960년대 초 고체물리학이 국내에 소개됐을 무렵, 부산대 물리학과 교수들과 제자들은 최초로 TiO_2 의 단결정을 성장시키는 데 성공했고, 1980년대 이후 이들의 제자인 장민수 교수가 동경대에서 박사학위를 받은 뒤 귀국하여 김정남 교수와 함께 결정 성장 연구를 주도했다. 이후 부산대 물리학과를 중심으로 서울대 물리학과 권숙일 교수, 유인석 교수와 노태원 교수가 강유전체에 관한 연구를 수행해 나갔다. 장민수 교수가 1991년 한국과학재단의 과학우수연구센터(SRC)로 지정 및 설립한 유전체물성연구소는 이후에 강유전체에 관한 연구를

더욱 활발히 전개하면서 1997년에는 4년에 한 번 개최되는 유전체국제회의(International Meeting on Ferroelectricity)를 유치하는 등 2000년까지 국내외 물리학계에서 유전체의 물성을 이해하는 데 큰 기여를 해왔다.³⁹²⁾

테라급나노소자개발사업을 통해 MRAM과 관련된 과제들에 대한 대규모 연구비가 투입되는 상황에서 부산대 유전체물성연구소는 연구 주제를 유전체에서 자성체로 조금씩 옮겨갈 수밖에 없었다. 대표적으로 유전체물성연구소의 정세영 교수는 부산대 물리학과에서 학사와 석사학위를 받은 뒤 독일 쾰른대에서 결정물리학 실험으로 박사학위를 받은 뒤, 1991년 부산대 물리학과에 부임한 이후 1998년에는 한국과학재단의 지원을 받아 단결정은행을 설립하여 100여 종의 단결정을 개발하고 성장시키는 등 이범삼 교수 이후 결정학계의 맥을 이으면서 연구소를 결정학의 중심지로 만든 인물이었다.³⁹³⁾ 정세영 교수팀은 2003년부터 과학기술부의 “연구기반 확충 사업”으로부터 약 2100만 원의 연구비를 지원받고 강자성체 ZnO에 Cr 등의 전이금속들을 첨가했을 때 어떠한 구조 변화가 나타나는지를 중성자 산란을 통해 확인하는 연구를 수행했다.³⁹⁴⁾ 더욱이 2004년에는 같은 유전체물성연구소의 안재석 교수가 서울대 물리학과와 복합다체계물성연구센터(센터장: 오세정 교수)를 통해 받은 한국과학재단의 연구비로 Rutgers 대의 정상욱 교수와 연구한 결과는 FRAM, MRAM 양측 분야에 큰 반향을 일으키기도 했다. 강자성체와 강유전체의 성질을 동시에 갖는 TbMn_2O_5 라는 다강체(multiferroic) 신물질에서 자기장을 통해 유전분극이 제어되는 현상을 발견한 이들의 연구 결과는 2004년 *Nature*지에 실린 후 2000회가 넘는 인용 수를 기록했다.³⁹⁵⁾

392) 한국과학재단 “유전체의 물성연구” (1989), 7; 물리학과 첨단기술, “결정 성장의 대부 이범삼” (2000. 6.), 46-49.

393) 물리학과 첨단기술, “화제의 물리학자: 정세영 교수” (2009); 국제신문, “과학부 문 정세영 교수” 2005.4.17.

394) 부산대학교 유전 물성연구소, “중성자 산란을 이용한 산화물의 강유전 및 자석 구조 해석” (2004).

395) N. Hur et al., “Electric polarization reversal and reversal in a multiferroic

테라급나노소자개발사업 시행 이후 국내 기존 강유전체 연구자들이 강자성체 분야로 연구 주제를 조금씩 옮겨가던 무렵, 오히려 강유전체의 고질적인 문제이자 관련 학계가 풀고자 했던 문제들이 조금씩 해결되기 시작했다. 강유전체의 가장 큰 문제는 앞서 언급한대로 크기가 매우 작아질 경우 강유전성이 상실됨에 따라 기억소자의 집적도 향상을 위해 필수적인 초박막 구조를 형성하기가 어렵다는 점이었다. 당시 연구 결과에 따르면 강유전체 박막의 최소 두께는 100-200nm에 불과하여 DRAM의 최소 한계 공정으로 예상됐던 ~10nm order보다 집적도에 있어서 불리한 상황에 있었다. 그런데 해외 한 연구진에 의해 강유전체가 이론적으로 2.4nm 두께에 이르기까지 강유전성을 유지할 수 있다는 결과가 2003년에 발표되었고, 1990년 이후 서울대 물리학과에서 강유전체 연구를 지속해온 노태원 교수팀은 2005년에 BaTiO₃ 물질을 이용해 5nm 두께의 박막에서 강유전성을 유지하는 물질을 발견했다. 이에 더해 2007년에는 해외 한 연구진에 의해 강유전체의 박막이 이론적으로 1nm에 도달할 수 있을 것이라는 예측이 제시되기도 했다.³⁹⁶⁾

한편 MRAM에 관한 연구는 1990년대 후반 몇 가지 큰 진전이 있었던 이래로 2000년대 들어 정체기에 들어서고 있었다. MRAM이 높은 집적도를 구현하기 위해서는, 강자성체로 구성된 특정 셀의 주변에 전류를 인가함으로써 발생한 자기장이 근접한 다른 셀에도 영향을 끼치는 문제, 이렇게 발생한 자기장이 전선에 다시 저항과 같은 효과를 주게 되어 다른 셀에 흐르는 전류의 양 또한 변화하는 문제 등을 해결해야만 했다. 전류량의 유지를 위해 하나의 셀마다 트랜지스터를 추가하기도 했는데 이는 집적도의 향상을 더욱 어렵게 만들었다. 이 외에 MRAM의 Tunnel Junction에 사용되는 마그네틱 필름의 두께를 고도로 균일하게 유지해야만 한다는 문제도 풀어야만 했다. 이러한 문제들을 해결해보고자 이조원

material induced by magnetic fields,” *Nature* (2004), 392-95.

396) G. Gerra, et al., “Ionic Polarizability of Conductive Metal Oxides and Critical Thickness for Ferroelectricity in BaTiO₃” *Physical Review Letters* 99 (2007), 169904.

단장은 IBM Watson 연구소의 물리학 연구소장과 접촉하여 협동 연구를 제안하기도 했다.³⁹⁷⁾ 하지만 2000년대 초중반은 테라급나노소재개발사업 단뿐만 아니라 세계적으로 MRAM에 대한 연구가 어려움을 겪고 있던 시기였다.

총 10년의 기간 중 3년에 해당하는 1단계 기간이 마무리되고 사업단 전체 평가를 받았다. 평가 결과 당시 프론티어 사업으로 운영되고 있었던 다섯 개의 사업단 중에서 4등을 했고, 연간 연구지원비가 10억 원 이상 삭감됐다. 이는 곧바로 다수의 과제들이 중단되는 것으로 이어졌다. MRAM 개발 분야는 총 네 개의 과제들 중에서 삼성 종합기술원이 주관 해오던 과제를 제외한 세 개가 모두 중단됐고, 나노기술요소 분야는 절반 정도의 과제가, Feasibility Study 분야는 모든 과제가 중단된 반면, 삼성 종합기술원이 주관하는 “테라비트급 탄소나노튜브 전자소자 개발” 과제는 신설됐다.³⁹⁸⁾

구분	1단계 2000.7-2003.6 과제명/수행기관(연구책임자)	2단계 2003.7-2006.3 과제명/수행기관(연구책임자)	3단계 2006.4-2010.3 과제명/수행기관(연구책임자)
Tera급 nano -electronics	Tera bit급 Si based Single Electron Memory 개발	Tera bit급 Si 기반 비휘발성 메모리 개발	Tera bit급 Si 기반 비휘발성 메모리 개발
	삼성종합기술원(김정우)	삼성종합기술원(김정우)	삼성전자(이충만)
	Nano CMOS개발	Nano CMOS개발	해당 없음
	KAIST→경북대학교(이종호)	매그나칩반도체(황성보)	해당 없음
	Single Electron Transistor Logic 및 응용소자 개발	SET Logic 소자 개발	SET Logic 소자 개발

397) “From 이조원 to Tom Theis.” 하지만 둘 간의 교류가 실제로 얼마나 일어났는지는 확인되지 않았다. “Tera급 나노소재개발사업 (5)” DA0868858, 17-18.

398) 교육과학기술부, 『21C 프론티어사업, 10년을 말하다』, 251, 256-257.

구분	1단계 2000.7-2003.6 과제명/수행기관(연구책임자)	2단계 2003.7-2006.3 과제명/수행기관(연구책임자)	3단계 2006.4-2010.3 과제명/수행기관(연구책임자)
	충북대학교(최중범)	충북대학교(최중범)	충북대학교(최중범)
	Tera bps급 집적회로 개발	Tera bps급 집적회로 개발	Tera bps급 집적회로 개발
	서울대학교(서광석)	서울대학교(서광석)	서울대학교(서광석)
	해당 없음	테라비트급 탄소나노튜브 전자소자 개발	테라비트급 탄소나노튜브 전자소자 개발
		삼성종합기술원(박완준)	삼성종합기술원(이은홍)
Spintronics (1단계) Resistive- RAM (2단계) Magnetoelectronics (3단계)	MRAM Integration Process 개발	256Mb급 MRAM array 개발	초고집적 자기소자 개발
	삼성종합기술원(김태완)	삼성종합기술원(김태완)	삼성종합기술원(서순애)
	MR 소자/소재 단위공정 개발	중단	중단
	KIST(신경호)		
	Spin Injection 소재 및 소자 개발	중단	중단
	충남대학교(김도진)		
	Spin Injection 소재 및 소자 개발	중단	중단
	KIST(김광운)		
분자전자소자	Tera bit급 탄소나노튜브 메모리 소자 개발	중단	중단
	삼성종합기술원(최원봉)		
나노요소기술	자기조립체 및 각인(imprint)기술	고속 AFM Litho. 이용 패턴제작 및 공정 기술개발	고속 AFM 리소그래피 시스템 개발

구분	1단계 2000.7-2003.6 과제명/수행기관(연구책임자)	2단계 2003.7-2006.3 과제명/수행기관(연구책임자)	3단계 2006.4-2010.3 과제명/수행기관(연구책임자)
	한양대학교(이해원)	한양대학교(이해원)	한양대학교(이해원)
	식각장비 요소기술, 공정 개발	나노소자용 식각장비 및 공정 개발	나노소자용 식각장비 및 공정 개발
	성균관대학교(염근영)	성균관대학교(염근영)	성균관대학교(염근영)
	단원자층 증착기술개발	단원자층 증착기술개발	단원자층 증착기술개발
	한양대학교(전형탁)	한양대학교(전형탁)	한양대학교(전형탁)
	양자점 형성기술개발	원자 이미지를 이용한 양자점 형성 기술개발	원자 이미지를 이용한 양자점 형성 기술개발
	서울대학교(김기범)	서울대학교(김기범)	서울대학교(김기범)
	양자점 형성기술개발 ※1단계의 2차년도에 소과제 개시	중단	중단
	난징대학교(Chen)		
	CD Metrology 개발	중단	중단
	표준연구소(박병천)		
	Atomic Layer Etching을 이용한 Nano-SIMS 개발	중단	중단
	표준연구소(문대원)		
	방사광 TXRF를 이용한 불순물 측정	중단	중단
	포항공과대학교(구양모)		
	방사광 광전자 분광 회절에 의한 나노구조의 내부구조, 조성 분석기법 개발	중단	중단
	연세대학교(염한웅)		

구분	1단계 2000.7-2003.6 과제명/수행기관(연구책임자)	2단계 2003.7-2006.3 과제명/수행기관(연구책임자)	3단계 2006.4-2010.3 과제명/수행기관(연구책임자)
	FE-TEM을 이용한 나노영역의 성분 및 구조 분석	중단	중단
	포항공과대학교(박찬경)		
	Tera급 광연결 기술 개발	Tera급 광연결 기술 개발	Tera급 광연결 platform 및 시스템 응용 기술개발
	광주과학기술원(이용택)	광주과학기술원(이용택)	KAIST (박효훈)
Feasibility Study	클러스터이온을 이용한 나노소자 shallow junction용 implantation 기술개발	중단	중단
	KIST(최원국)		
	Tbps급 수동소자를 위한 유전체 박막의 초고주파 특성 연구	중단	중단
	서울대학교(박병우)		
	극자외선 노광 요소기술개발	중단	중단
	한양대학교(안진호)		
	고유전율 산화물 초격자의 제조 및 물성 연구	중단	중단
	성균관대학교(이재찬)		
	상변화메모리 소자설계용 요소기술 개발	중단	중단
	KIST(정병기)		
총괄과제	과제(목표)관리 System	사업화 모델 개발(BMD)	프로젝트 모델 개발(PMD)

구분	1단계 2000.7-2003.6 과제명/수행기관(연구책임자)	2단계 2003.7-2006.3 과제명/수행기관(연구책임자)	3단계 2006.4-2010.3 과제명/수행기관(연구책임자)
	구축	과제(목표)관리시스템 유지·보수	나노전자소자 집중교육(2010 International Win)
	테라급나노소자 개발사업단(이조원)	테라급나노소자 개발사업단(이조원)	테라급나노소자 개발사업단(이조원)

표 6-5 테라급나노소자개발사업의 단계별 과제 변화

1단계 평가를 거치면서 삼성의 종합기술원의 2단계에 접어들며 삼성종합기술원의 단전자 소자 및 MRAM 개발 과제로의 연구비 풀림이 더욱 심화된 와중에, 2005년 초, MRAM의 사업화에 적극적이던 미국의 Cypress Semiconductor사가 MRAM 상용화를 위해 설립했던 자회사를 매각하고 MRAM 사업에서 철수하겠다고 발표했다. 곧이어 2005년 2월에 삼성전자는 DRAM 이후의 차세대 메모리 반도체 중 하나로 FRAM을 지목했다. 황창규 삼성전자 반도체총괄 사장은 2005년 2월 “강자성메모리(M램)의 경우 상품화를 전제로는 아직 적극적으로 개발에 나서지 않”았고, MRAM은 아직 “해결해야 할 부분이 많다는 것에 상당 부분 공감대가 형성된 상태”라고 발표했다.³⁹⁹⁾

테라급나노소자개발사업은 사업이 완료 후 행해진 최종 평가에서 약 22조 원의 파급효과가 있을 것이라는 평가를 받으며 16개의 프론티어사업단 중 1위를 차지했다.⁴⁰⁰⁾ 테라급나노소자개발사업이 마무리되자 과학기술부는 21세기 프론티어 연구개발사업 백서를 발간했다. 서문에서 이주호 교육과학기술부 장관은 “특정연구개발사업과 G7 프로젝트 사업을 잇는 대표적인 대형 장기 연구개발프로그램”이었던 21세기 프론티어 연구개발사업을 통해 지난 10년 간 SCI 논문 출판 수가 최대 30배, 특허는 최대 44배 증가했으며, 연구개발투자 대비 약 56배의 직접 경제효과를

399) 전자신문, “삼성, D램 뒤이을 차세대 메모리칩 P·F램 선정” (2005. 2. 28).

400) 교육과학기술부, 『21C 프론티어사업, 10년을 말하다』, 251.

창출했다고 자평했다.⁴⁰¹⁾

실제로 테라급나노소자개발사업의 지원을 받은 대학의 연구실들은 국제학계에서 주목을 받을 만한 중요한 연구성과들을 다수 내놓았다. 앞서 언급됐던 동국대학교 이종호 교수 연구팀의 벌크 핀펫 기술의 개발 사례를 비롯하여, 서울대학교 재료공학부의 김기범 교수 연구팀은 수 나노미터의 단위의 패턴을 기판 위에 형성시킬 수 있는 전자빔 리소그래피 기술을 개발하여 *Advanced Material*에 게재되어 큰 주목을 받았다. 충북대학교 최중범 교수팀에 의해 개발된 단전자 트랜지스터의 낸드 및 노어 로직회로 공정기술은 *Applied Physics*의 표지와 *Nature Nanotechnology*에 실렸다. 이들 외에도 사업단 내의 대학 연구실들이 내놓은 뛰어난 연구 성과들은 테라급나노소자개발사업단이 내세울 수 있는 각종 기록들의 구성요소가 될 수 있었다. 이들이 출판한 논문 수와 해당 논문들이 출판된 저널의 영향력 지수(impact factor), 그리고 연구실에서 출원하거나 등록된 특허의 수들은 백서에서 테라급나노소자개발사업단의 “정량적 연구성과”의 근거자료가 됐고, 논문과 특허의 기술적 내용들은 사업의 “정성적 연구성과”로 채워졌다.⁴⁰²⁾

한편 테라급나노소자개발사업단을 사실상 주도하고 그 안에서 가장 많은 연구비를 배정받았던 삼성 종합기술원은 사업 종료 이후 사실상 해체 수준에 들어갔다. 2010년 이후 삼성전자는 종합기술원의 규모를 축소해 나갔고, 2015년에 들어서는 조직개편을 통해 종합기술원에 소속된 연구원 2000명 중 1500명을 현업 부서로 진출시키고 나머지 500명은 서초 R&D 센터로 이전시켰다.⁴⁰³⁾

401) 같은 책, 12-13.

402) 같은 책, 226-243.

403) 뉴스1, “[단독]삼성전자, DMC硏 사실상 해체…1500명 현업배치” (2015.11.10.). 테라급나노소자개발사업이 완료되고 2010년대에 들어 FRAM 분야는 다시 한 번 큰 도약기를 맞이했다. 2011년 독일의 프라운호퍼 연구소는 CMOS 논리 회로 제품에서 고유전체로 사용되어온 산화하프늄(HfO₂)이란 물질에 실리콘을 미량 혼합하여 10nm 내외의 두께에서도 강유전체의 성질을 유지할 수 있는 물질을 만들어냈다. T. S. Bösccke, et al., “Ferroelectricity in hafnium oxide: CMOS compatible ferroelectric field effect transistors.” *Electron Devices Meeting*

테라급나노소자개발사업의 계획과 진행 과정은 대학 연구실들의 대형 국가연구개발사업에 대한 참여 확대가 어떤 조건 하에서 이루어질 수 있는지를 보여준다. 사업단장의 선정 과정이 보여주듯이 기술 및 지식을 교류할 수 있는 삼성의 종합기술원과 같이 특정한 기업체와의 긴밀한 연계를 맺고 있는 대학 연구실에게만 대형 연구개발사업에 참여할 수 있는 기회가 주어졌다. 이는 동시에 그러한 연계가 비교적 부족했던 대학 연구실들 뿐만 아니라, 삼성의 종합기술원이 제시한 기술 로드맵으로부터 벗어난 주제를 연구하는 대학 연구실들의 배제를 낳았다.

이러한 측면은 일차적으로 대형 국가연구개발사업에 참여하는 대학 연구실에 대한 과기부나 재벌 기업의 강한 영향력을 보여주지만, 이는 동시에 2000년대에 들어서 국가연구개발사업의 주된 참여자로 성장하는 과정에서 대학이 스스로 제시한 논리의 결과물이기도 했다. 『2025년을 향한 과학기술발전 장기비전』을 통해 대학이 국가에서 생산된 상품의 품질을 보증하고, “사회적 요구에 더욱 잘 부합할 수 있도록 적극적으로 변신하는 과학 분야”로서 기초과학 연구의 중요성을 설파했던 것과 마찬가지로, 프론티어 사업의 테라급나노소자개발사업은 대학으로 하여금 적극적으로 산업계와 연계를 맺을 것을 요구하고 있었다. 이러한 요구 앞에서 1990년대부터 산업계와 여러 경로로 교류해오던 연구실은 같은 기간 동안 과학재단으로부터 과학우수연구센터(SRC)로 선정되어 연구를 수행했던 연구실에 비해 대형 국가연구개발사업의 참여할 수 있는 가능성이 비교적 높을 수밖에 없었다.

6.6. 소결

선도기술개발사업의 256M DRAM 개발 과제의 계획 및 시행 과정에

(IEDM), 2011 IEEE International. IEEE, (2011), 24-25.

서 삼성, 금성, 현대가 참여한 반도체 연구조합이 주도적인 역할을 수행했다면, 21세기 프론티어 사업의 테라급나노소자개발사업에서는 삼성의 종합기술원이 과제의 예산 규모 면에서 주도적인 역할을 수행했다. 이와 동시에 과제의 계획 과정에서 대학 연구실은 삼성의 종합기술원과 공동으로 단전자 소자, 강자성체 등의 개발을 목표로 삼은 기술 로드맵을 작성했고, 해당 기술 로드맵과 잘 들어맞는 분야를 연구하고 있었던 몇몇의 대학 연구실들은 나노종합발전계획을 수립하는 데 기여할 수 있었다. 이와 같이 나노기술이라 일컬어지는 분야를 중심으로 삼성 종합기술원과 대학 연구실로 형성된 연구개발 네트워크에 합류하지 못한 대학 연구실들은 기존의 강유전체 분야의 연구 주제를 나노기술의 영역으로 여겨지던 강자성체 관련 분야로 조금씩 옮겨가기도 했다.

이처럼 21세기 프론티어 사업은 참여 기관의 구성 측면에서 이전 사업들에 비해 대학 연구실의 참여 비율이 크게 높아졌다는 점에서 큰 차이가 있지만, 이러한 참여 확대가 곧바로 국내 대학 연구소들의 전반적인 참여 가능성의 증대를 의미하는 것은 아니었다. 산업계에서의 응용 가능성이 있는 이른바 원천기술 중 하나인 강유전체 분야에서 선도적인 연구 역량을 갖춘 대학 연구실이라 할지라도 특정 기업의 강자성체 위주의 기술 로드맵과 밀접하게 연계되지 못할 경우 나노기술의 범주 안에 들지 못한 채 대형 국가연구개발사업에 참여할 수 없었다. 하지만 과제가 마무리될 무렵인 2010년을 전후하여 강자성체에 기반한 저장소자의 상업적 성공 가능성이 기대에 못 미치자 테라급나노소자개발사업을 성공적으로 묘사한 정부의 간행물들과는 대조적으로 삼성 종합기술원은 해체 수순을 밟기 시작했다. 이러한 모습은 원천기술의 개발이라는 21세기 프론티어 사업의 정책 논리가 대학이 아닌 기업이 선택한 기술적 경로에 국한하여 적용되고 있음을 보여준다.

테라급나노소자개발사업의 계획, 시행, 결과를 통해 확인될 수 있는 이러한 특징은 보다 큰 틀에서 같은 시기 미국에서 일어난 대학, 산업계 간의 관계 변화와 유사한 측면이 있다. 미국의 MRAM 사례를 분석한

역사학자 맥크레이(W. Patrick McCray)는 대기업들이 대학 기반의 연구 활동에 대한 지원을 확대함으로써 기업이 필요로 하는 기초 연구들을 대학으로부터 아웃소싱하는 경향이 늘고 있다고 보았다. 맥크레이는 이러한 변화를 연구개발 활동에 대한 산업계 지원의 “재배열(realignment)”이라고 표현하면서 이는 현대의 기초과학을 전체 경제의 부를 창출하는 모터로서 이해하는 입장과 결을 같이 한다고 주장했다.⁴⁰⁴⁾ 국내 역시 유사한 분위기 속에서 대학 연구실이 대규모 연구개발 과제에 참여할 수 있는 기회가 전반적으로 확대됐으나, 이는 동시에 그러한 기회가 주어져야 할 대학의 연구실들을 판별하고 선택할 수 있는 구체적인 조건 역시 수반했다. 21세기 프론티어 사업은 대학의 연구실들로 하여금 국가의 부를 창출할 수 있는 주체로 여겨질 수 있는 기회로 작용했고, 국가연구개발 사업의 틀 위에서 삼성과 같은 대기업의 기술적 로드맵은 대학 전반에 주어진 기회를 소수 대학 연구실들의 과제에 선택적으로 배분할 수 있는 기준으로 작용했다.

404) W. Patrick McCray, “From Lab to iPod.”

결 론

본 논문은 특정연구개발사업, 선도기술개발사업, 21세기 프론티어 사업의 전체적인 계획 및 진행 과정과 각 사업 하에서 DRAM 연구개발 과제의 진행을 동시에 분석함으로써, 이에 결부된 정부 관료, 정부출연연구소 연구자, 기업 공학자, 사회과학자, 대학 교수 등과 같은 다양한 행위자들이 지니고 있었던 국가연구개발사업에 관한 다양한 이해방식이 연구계획 및 관리, 연구 조직, 기술적 디자인 등과 같은 미시적인 요소에 어떻게 반영됐고, 이들이 다시 역으로, 국가연구개발사업의 성격, 정부와 기업 간의 관계 등을 규정짓는 거시적인 정책에 어떤 영향을 미쳤는지를 살펴봤다. 1982년 국내 최초로 출범한 특정연구개발사업 이래로 국가연구개발사업은 다양한 배경의 행위자들이 혁신에 대한 각기 독특한 이해들을 바탕으로 새로운 연구개발 정책, 과제 관리 방식, 기술적 디자인들을 제안하고 경쟁하고 타협하는 공간이었다. 본 논문은 혁신으로의 전환기로 1980-2010년의 시기를 바라보는 관점에서 벗어나, 국가연구개발사업과 결부된 다양한 행위자들의 혁신에 대한 생각들이 구체적인 연구개발 정책, 연구개발 관리 테크닉, 기술 디자인 등의 형태로 어떻게 발현되었는지를 추적함으로써 지금까지 규명되지 않았던 국가연구개발사업의 성격을 보다 분명히 이해하고자 했다.

1981년 제5공화국의 수립 이후 청와대 과학기술비서실, 과학기술부 장관을 비롯하여 과학기술계의 주요 요직들은 육군사관학교를 졸업하거나 국방과학연구소에서 연구 경력을 쌓은 인물들이 장악했다. 제5공화국 수립 직후 과학기술처는 정부출연연구소의 통폐합을 통해 전국의 모든 정부출연연구소를 과학기술처 산하로 개편했고, 대부분의 연구소장들 역시 육군사관학교 또는 국방과학연구소 출신의 인사들로 교체됐다. 이들은 흔히 최형섭 체제라고 불리어 온 박정희 체제 하의 과학기술 정책들을

비판하며 새로운 형태의 연구개발 체제로서 국가연구개발사업을 계획했다. 물론 국방과학연구소 외에 1970년대 후반 KIST 역시 국가연구개발 과제에 관한 정책적 구상을 가지고 있었다. 과학기술처는 국방과학연구소에서의 연구개발 관리 경험, KIST의 정책적 구상, 일본의 국가연구개발사업 정책 등을 참고하여 기술개발촉진법을 개정함으로써 정부출연연구소뿐만 아니라 국내 모든 기업연구소, 국공립연구소, 대학, 개인이 과학기술처와의 협약을 통해 직접적인 관리를 받게 됐다.

정책입안자들은 특정연구개발사업의 다양한 과제들 중에서도 반도체의 개발을 최우선 순위로 상정했다. 1986년 특정연구개발사업의 과제 중 하나로, 4M DRAM 개발을 목표로 내건 컨소시엄(1986-1989)이 출범했고, 이에 삼성, 현대, 금성이 참여했다. 기업들의 4M DRAM 개발 과정을 관리하기 위해 한국전자통신연구원은 1970년대 국방과학연구소에서 유도탄 개발의 일정 관리를 위해 사용됐던 PERT 기법을 적용하고, 트렌치 기반의 4M DRAM 개발을 목표로 삼았다. 그 당시 4M의 집적도를 구현하기 위한 대안은 두 가지가 있었는데 하나는 기존의 평면구조와 유사한 스택 디자인이었고, 다른 하나는 평면구조와 차별화된 트렌치 디자인이었다. 특정연구개발사업의 컨소시엄이 트렌치 기반의 DRAM 개발을 목표로 진행되는 것과 별개로, 삼성전자는 비밀리에 내부적으로 스택 기반의 개발팀과 트렌치 기반의 개발팀을 경쟁시켰고 결과적으로 스택에 기반한 4M DRAM이 개발됐다. 삼성의 4M DRAM 개발은 미국, 일본의 기업들보다 여전히 뒤늦은 성공이었지만, 1980년대 후반 미국과 일본 간의 반도체협정은 DRAM 가격의 폭락을 방지시킴으로써 한국 재벌들과 같은 후발 주자에게 유리한 조건을 제공해줬고, 개인 컴퓨터의 수요 증가와 맞물려 삼성전자는 국제 반도체 시장에서 큰 수익을 거두었다.

DRAM 개발 성공의 경험은 한국이 경쟁력이 있는 분야를 더욱 지원해야 한다는 1990년대 이후 연구개발정책의 기조에 중요한 근거로 작용했다. 4M DRAM과 같은 특정 제품 분야에서의 개발 및 수출 성공 사례는, 1987년 민주화 운동 이후 “관”보다는 “민”을 강조하는 수사들과 탈냉

전 이후 다국적 기업의 전략에 주목하는 분석들의 사례로 활용되면서 국내 개별 기업들이 국가연구개발사업의 계획과 평가에 깊이 관여해야만 한다는 논리가 탄생했고, 이는 곧 1991년에 시행된 선도기술개발사업을 통해 구현됐다. 특정한 제품 일곱 개와 이를 뒷받침할 수 있는 기술 일곱 개를 한정하여 대규모로 지원한 선도기술개발사업은 1980년대에 전국적으로 확대된 무기개발체제가 개별의 상품 개발이라는 목표와 결합된 결과물이었다. 4M DRAM 컨소시엄에만 사용됐던 PERT는 선도기술개발사업의 모든 과제들로 확산됐고, 과학기술처와 연구기관 간의 연구협약 체계는 선도기술개발사업에 참여한 기타 부처로 확대 적용됐다. 이러한 체제 위에서 국가연구개발사업의 목표는 기업의 특정 제품의 개발 성공으로 조정됐고 연구 결과물에 대한 평가 역시 이에 맞추어 진행되기 시작했다.

선도기술개발사업 하에서 진행된 256M DRAM의 개발 과제는 한국전자통신연구원이 총괄했던 4M DRAM 개발 과제와 달리 산학연의 구성원이 모두 참여한 연구개발사업단이 총괄하는 “민간 주도”의 추진체계를 바탕으로 진행됐다. 256M DRAM을 구성하는 요소 기술들은 PERT의 기법을 따라 병렬적으로 진행될 세부과제들로 계획되었고, 연구개발사업단은 각 과제들의 주관 연구기관으로 삼성전자, 금성일렉트론, 현대전자 등의 기업연구소들을 지정했다. 주관 연구기관으로 지정된 기업연구소는 자체적으로 과제를 수행하거나 일부 과제들은 공모 후 선정된 대학의 연구실에 위탁하고 이들의 연구개발 상황을 관리할 수 있었다. 과제가 시작된 지 6개월이 채 지나지 않은 시점에서 삼성전자는 세계 최초로 256M DRAM을 개발하는 데 성공했다고 발표했고, 언론을 통해서야 소식을 접한 과학기술처는 과제를 재조정해야만 했다. 삼성전자의 개발 성공으로 인해 단위공정기술 분야의 과제들을 위탁받았던 대학의 연구실들은 예산의 삭감 또는 연구 종결을 피할 수 없었다. 한편 삼성전자가 세계 최초로 256M DRAM의 개발에 성공했다는 사실은 1990년대 이후 부상하던 혁신학계의 연구자들에게 자극을 주었다. 이들은 한국의 DRAM

사례를 비롯하여 한국 및 일본 산업계의 급속한 성장 사례들을 바탕으로 슈퍼컴퓨터의 전통적인 혁신 개념을 문제시하며 창조와 발명보다는 모방과 학습에 주목하는 혁신에 대한 새로운 이해를 요청했고, 이와 동시에 한국의 DRAM 개발 경험은 중요한 사례 연구로서 사회과학자들의 국가혁신체제(National Innovation System)의 연구 프로그램이 더욱 공고해지는데 기여했다.

21세기 프론티어 사업은 원천기술의 개발을 목표로 삼고, 이에 따라 대학 연구실의 참여 비율이 크게 높아졌다는 점에서 선도기술개발사업과 큰 차이가 있었으나, 이 외에 과제 선정 및 평가 방식에 있어서는 이전의 국가연구개발사업들과 큰 차이가 없었다. 한국개발연구원을 매개로 기업의 기술 수요는 21세기 프론티어 사업의 과제 선정에 반영됐고, 목표관리제가 도입되어 모든 과제들이 세 단계에 걸쳐 분명한 목표를 갖고 이에 따라 평가가 이루어지도록 했다.

과학기술부는 2000년 21세기 프론티어 사업의 일환으로 테라급나노소자개발사업단을 출범시켰다. 이 사업은 나노기술을 이용하여 기존에 개발되어온 DRAM을 완전히 대체할 수 있는 단전자 기반 저장소자나 MRAM을 개발하는 것이 목표로 설정됐다. 1990년대 말 DRAM을 이을 차세대 기억 소자의 후보로 MRAM, FRAM 등이 거론되고 있었는데, 1998년 이후 MRAM에 대한 몇몇 연구가 큰 주목을 받으면서 테라급나노소자개발사업단은 FRAM이 아닌 MRAM의 개발을 목표로 삼았다. 사업단장은 삼성 종합기술원의 이조원 박사가 선정됐고, 선정 준비 과정에서 서울대 김기범 교수는 이조원의 제안서를 작성했다. 이 사업은 이전의 DRAM 개발 과제들에 비해 몇몇 대학 연구실의 참여가 크게 증가했다는 점에서 큰 차이가 있었으나, 예산 측면에서 사업의 큰 부분을 차지했던 몇몇 과제들은 삼성 종합기술원이 주관했다. 삼성 종합기술원의 기술적 로드맵에 따라 단전자 소자와 MRAM을 중심으로 사업이 진행됨에 따라, 부산대 물리학과를 중심으로 형성되어 있었던 FRAM 관련 강유전체에 대한 연구 전통은 급속하게 약화됐다. 대학 연구실이 산업계의 이

른바 보조자로서 스스로를 규정했던대로 기업의 로드맵으로부터 동떨어진 기초연구는 큰 의미를 갖기 어렵게 됐다.

1980년부터 2010년에 이르는 30년 간의 국가연구개발사업의 역사를 통해 우리가 얻을 수 있는 정책적 함의는 크게 두 가지로 정리될 수 있다. 첫째는 국가연구개발사업이 얼마나 성공적인 정책이었는가에 대한 판단이다. 국가연구개발사업의 계획 과정을 기준으로 결과를 판단하자면, 국가연구개발사업들을 통해 시행된 일련의 DRAM 개발 과제들은 사실상 모두 실패했다고 평가할 수 있다. 과학기술처의 트렌치 기반 4M DRAM 개발 계획은 스택 기반의 DRAM 개발 성공으로 종결됐고, MRAM을 목표로 삼은 테라급나노소자개발사업은 FRAM의 가능성을 확인한 채 종결됐다. 이와 동시에 삼성전자에서 트렌치를 기반으로 정부의 과제에 참여했던 연구팀은 과제 종결 이후 독립 법인으로 매각됐고, 2000년 이후 MRAM 개발 과제의 주관 연구기관이었던 삼성 종합기술원 역시 2010년 이후 해체 수순을 밟았다.

이는 이 논문을 통해 얻을 수 있는 둘째 함의, 즉 연속성에 대한 논의로 이어진다. 한국의 연구개발정책은 큰 틀에서 지속성을 유지하며 현재에 이르렀다(표 1 참조). 1980년대 이후 한국의 역사는 민주화, 정권 교체 등을 거치며 큰 격동을 겪었고, 특히 과학기술정책은 매 정권마다 혹은 장관이 교체될 때마다 각종 개편을 거듭해왔다. 하지만 그러한 잦은 변동이 무색할 정도로 1980년대 이후 현재까지 이어져 오고 있는 국가연구개발사업이라는 체제는 초기의 형태를 유지한 채 오히려 강화되고 확산됐다고 볼 수 있다. 명확한 목표 설정과 엄격한 진도 관리라는 무기개발체제의 기반 위에서 기업의 제품 개발이라는 목표가 결합된 채 시행되어 온 국가연구개발사업은 DRAM 개발의 거듭된 성공 사례에 힘입어 기타 정부 부처로 확산되며 강화되었고, 21세기 프론티어 사업에서 목표관리제의 형태로 이어졌다. 1970년대 국방과학연구소에 수행한 유도탄 개발 과제의 일원이었던 김정덕 박사는 4M DRAM 컨소시엄 과제의 단장을 역임했고, 4M DRAM 컨소시엄의 간사를 맡았던 강인구 박사는 선

도기술개발사업 계획단장을 역임했으며, 선도기술개발사업의 256M DRAM 컨소시엄 과제의 단장이었던 한민구 교수는 21세기 프론티어 사업 계획단에서 자문위원의 역할을 맡았다. 이처럼 선행하는 DRAM 개발 과제들의 거듭된 성공은 후행하는 DRAM 개발 과제들의 모형으로서 뿐만 아니라 국가연구개발사업의 전반이 따라야 할 규범이 되었고, 이를 통해 기존의 체계적이고 엄격한 관리라는 가치는 강화돼왔다.

분류		특정연구개발사업	선도기술개발사업	21세기 프론티어 사업
시행 기간		1980년대	1990년대	2000년대
유 지 되 거 나 강 화 된 요 소 들	관리 방식	연구협약 체계를 통한 관리	연구협약 체계를 통한 관리	연구협약 체계를 통한 관리
	연구개발 체제의 특징	무기개발 관리체제의 도입	연구개발체제의 대형화	연구개발체제의 대형화
		다수의 과제에 배분	선택과 집중	선택과 집중
	진도관리 테크닉	PERT	PERT	목표관리제
	주요 가치	체계적이고 엄격한 관리	체계적이고 엄격한 관리	체계적이고 엄격한 관리

분류		특정연구개발사업	선도기술개발사업	21세기 프론티어 사업
변 화 된 요 소 들	정책적 목표	수입 대체품 개발	선도적인 상품 개발	원천기술 개발
	주요 의사결정 주체	국방과학연구소 출신 관료 및 공학자	기술경영 전문가 및 관료 대기업 연구소 국방과학연구소 출신 공학자	기술경영 전문가 대기업 연구소 대학 교수
	주관 부처	과학기술처	과학기술처 상공부 정보통신부 복지부 건설교통부 환경부	과학기술부
	주요 연구개발 주체	정부출연연구소	기업 연구소	기업 연구소, 대학

표 7-1 특정연구개발사업, 선도기술개발사업, 21세기 프론티어 사업의 유사점 및 차이점

마지막으로, 국가연구개발사업의 30년사를 통해 확인할 수 있는 역사적인 변화는 국내 연구개발 활동을 주관하는 정부와 민간의 역할 변화이다. 기술드라이브의 정책적 기조 하에서 출범한 특정연구개발사업은 정부출연연구소 뿐만 아니라, 기업 연구소, 대학 등을 모두 총동원할 수 있는 협약체계를 확립했지만, 대기업의 연구 역량의 성장에 힘입어 특정연구개발사업을 통해 자리 잡은 협약체계는 선도기술개발사업을 시작으로 대기업의 상품 개발을 위한 동원 체제로 작동하기 시작했다. 21세기 프론티어 사업은 상품이 아닌 원천기술의 개발을 목표로 내걸었지만, 원천기술의 구체적인 기술적 로드맵은 대학 연구실의 보조를 받은 기업 연구

소의 주도 하에 마련됐다. 특히 4M DRAM, 256M DRAM 개발 과제는 각각 특정연구개발사업과 선도기술개발사업의 성공적인 과제로서 이후 사업의 모범 사례로 여겨지며 기업 연구소를 중심으로 하는 연구개발 네트워크가 공고해지는 데 기여한 요소들 중 하나로 작용했다.

본 논문은 출범 이후 약 30년의 기간 동안 일련의 국가연구개발사업들이 진행되면서 우리가 기술혁신, 기업, 국가 등을 어떻게 이해해왔고, 이들 간에 어떤 관계를 설정해오며 현재에 이르렀는지를 살펴봤다. 무기개발 관리 체계에 상품 개발의 목표가 결합한 대형 국가연구개발사업의 체제는 2000년대 원천기술의 개발이라는 새로운 목표가 제시된 이후에도 큰 변화 없이 현재까지 이어져 올 수 있었고, 2000년 이후 대기업의 기술적 로드맵에 부합할 수 있는 대학의 연구실들만 선택적으로 대형 국가연구개발사업의 체제에 합류할 수 있게 됐다. 반도체 개발 과제들을 통해 보다 구체적으로 살펴본 국가연구개발사업의 변화 과정은 기존의 주무 부처 중심의 국내 연구개발 네트워크가 소수 대기업 중심으로 재편되는 과정임과 동시에, 혁신에 대한 새로운 이해가 출현하며 대기업이 국가와 동일시되는 과정이기도 했다.

참 고 문 헌

□ 1차 문헌

■ 기관 간행물

과학기술부. “'96년도 차세대반도체 기반기술개발사업 연구관리 및 평가 사업”. 과학기술부, 1998.

과학기술부. 『2025년을 향한 과학기술발전 장기비전: 꿈의 기회와 도전의 과학기술』. 과천: 과학기술부, 1999.

과학기술부. “21세기 프론티어 연구개발사업을 위한 사전 기획연구”. 과학기술부, 2000.

과학기술부. 『70-90년대 주요 과학기술정책이 과학기술발전과 산업발전에 기여한 성과조사 분석』. 과천: 과학기술부, 2007.

과학기술부. 『과학기술 40년사』. 과천: 과학기술부, 2008.

과학기술부. 『과학기술정책이 경제발전에 기여한 성과조사 및 과제발굴』. 과천: 과학기술부, 2006.

과학기술부. 『특정연구개발사업 20년사』. 과천: 과학기술부, 2003.

과학기술부. 『특정연구개발사업 연구성과, 1982~1997』. 과천: 과학기술정책관리연구소, 1998.

과학기술정보통신부, 과학기술정책연구원. 『과학기술 50년사, 1편』. 과천: 과학기술정보통신부; 세종: 과학기술정책연구원, 2018.

과학기술정보통신부, 과학기술정책연구원. 『과학기술 50년사, 2편』. 과천: 과학기술정보통신부; 세종: 과학기술정책연구원, 2018.

과학기술처. 『2000년대를 향한 과학기술발전장기계획, 1987년~2001년』. 과천: 과학기술처, 1986.

과학기술처. “256M DRAM 실험시제품 개발과 관련한 차세대반도체 기

반기술개발사업(선도기술개발사업)의 향후 추진방향”, 1994.

과학기술처. “'94년도 차세대반도체 기반기술개발사업 연구관리 및 평가 사업”, 과학기술처, 1995.

과학기술처. 『과학기술연감』. 과천: 과학기술처, 1980.

과학기술처. 『과학기술연감』. 과천: 과학기술처, 1981.

과학기술처. 『과학기술연감』. 과천: 과학기술처, 1982.

과학기술처. 『과학기술연감』. 과천: 과학기술처, 1983.

과학기술처. 『과학기술연감』. 과천: 과학기술처, 1984.

과학기술처. 『과학기술연감』. 과천: 과학기술처, 1986.

과학기술처. 『과학기술연감』. 과천: 과학기술처, 1987.

과학기술처. 『과학기술연감』. 과천: 과학기술처, 1988.

과학기술처. 『과학기술연감』. 과천: 과학기술처, 1990.

과학기술처. 『과학기술연감』. 과천: 과학기술처, 1991.

과학기술처. 『과학기술연감』. 과천: 과학기술처, 1992.

과학기술처. 『과학기술연감』. 과천: 과학기술처, 1993.

과학기술처. 『과학기술연감』. 과천: 과학기술처, 1997.

과학기술처. 『국회요구자료 : '84특정연구개발사업확정내역 : 별책(경제 과학위원회)』. 과학기술처, 1984.

과학기술처. 『제5차 경제사회개발5개년 계획 과학기술부문실천계획, 1982-1986』. 서울: 과학기술처, 1981.

과학기술처. “차세대반도체기반기술개발사업의 후속사업을 위한 기획사업”. 1997.

과학기술처. 『특정연구개발사업 시행 5년』. 서울: 과학기술처, 1987.

과학기술자 모임 편집. 『신한국 과학기술을 위한 연합보고서』. 서울: 회성출판사, 1993.

관훈클럽. 『관훈클럽40년사: 관훈클럽신영연구기금20년사: 1957-1997』. 서울: 관훈클럽, 1997.

교육과학기술부. 『21C 프론티어 사업, 10년을 말하다』. 과천: 교육과학

기술부, 2010.

국방과학연구소 편집위원. 『국방과학연구소사 제3권, 1991-2005』. 대전: 국방과학연구소, 2007.

기획재정부. “2019 블룸버그 혁신지수: 6년 연속 한국 세계 1위”. 기획재정부 보도자료, 2019.

나노기억매체연구단. “Two Level System in Nanometer Scale”. 2000.

대한민국 국회. “과학기술정보통신위원회 회의록. 제234회(11차)”, 2002.

부산대학교 유전 물성연구소. “중성자 산란을 이용한 산화물의 강유전 및 자석 구조 해석” (2004).

한국과총. “제1회 기술진흥확대회의 보고내용-기술주도의 새시대 전개”. 『과학과 기술』. 서울: 한국과학기술단체총연합회, 1982, 8-11.

한국과총. “과기진흥기금 96년까지 1조 조성: 14개 핵심선도 기술개발 집중지원”, 『과학과 기술』. 서울: 한국과학기술단체총연합회, 1991, 34-35.

한국과학기술연구원. 『KIST 30년사: 창조적 원천기술에의 도전 : 1966-1998』. 서울: 한국과학기술연구원, 1998.

한국과학기술평가원. “IMD 2016 세계 경쟁력 연감 분석: 과학 및 기술인프라 중심”. 한국과학기술평가원, 2016.

한국과학재단, “유전체의 물성연구”. (1989).

한국과학재단. 『한국과학재단의 발자취와 새로운 도약: 한국과학재단 20년사』. 대전: 한국과학재단, 1997.

한국기계연구원. 『한국기계연구원30년사: 꿈을 모아 미래로 기술 모아 세계로 1976-2006』. 대전: 한국기계연구원, 2006.

한국원자력연구원. 『풍부한 에너지 깨끗한 환경 건강한 삶 : 한국원자력연구원 50년사 : 1959~2009』. 대전: 한국원자력연구원, 2009.

한국전기연구소. 『전기연십년사: 1977~1987』. 서울: 한국전기연구소, 1989.

한국전자통신연구소. “제1차년도 평가위원회 개최”, 1987.

한국전자통신연구소. “제2차년도 연구개발 추진실적 보고”, 1988.

한국전자통신연구소. “초고집적 반도체기술 공동개발(3차년도)” (1989).

한국전자통신연구소. “최종연구보고서: 초고집적 반도체기술 공동개발(1차년도)”. 1987.

한국전자통신연구소. “Microelectronics 기술개발 중 MOS 공정기술 개발에 관한 연구”. 서울: 과학기술처, 1986.

한국전자통신연구원. 『한국전자통신연구원 35년사』. 대전: 한국전자통신연구원, 2012.

한국정책학회. 『선도기술개발사업(G7) 사례』. (중앙공무원교육원, 2006).

한국표준과학연구원. 『한국표준과학연구원 20년사: 1975-1995』. 유성구: 한국표준과학연구원, 1997.

한국해양과학기술원. 『한국해양과학기술원 40년사』. 안산: 한국해양과학기술원, 2013.

The President's Commission on Industrial Competitiveness. “Global Competition: The New Reality.” Washington DC: The Commission, 1985.

■ 개인 회고록

강기동. 『강기동과 한국반도체: 강기동 반도체』. 서울: 아모르문디, 2018.

강진구. 『삼성전자 신화와 그 비결』. 서울: 고려원, 1996.

강창희. 『열정의 시대: 80년 이후 격동하는 현대 정치사를 기록한 자전적 다큐멘터리』. 서울: 중앙books, 2009.

구상회. “무기체계 연구개발과 더불어 30년...(2)”. 『국방과 기술』. 1997. 11.

구상회. “무기체계 연구개발과 더불어 30년...(4)”. 『국방과 기술』. 1998. 2.

- 구상회. “무기체계 연구개발과 더불어 30년...(8)”. 『국방과 기술』. 1998. 6.
- 구상회, “박대통령 자리까지 날아온 탱크 파편: 한국 미사일 개발의 산 증인 구상회 박사 회고 1”, 『신동아』. 동아일보사, 1999.
- 김진현. 『한국은 어디로 가고 있는가』. 서울: 동아일보사, 1988.
- 박준복. 『한국 미사일 40년의 신화』. 서울: 일조각, 2011.
- 서정옥. 『미래를 열어온 사람들: 통신과 함께 걸어온 길』. 서울: 한국 경제신문사, 1996.
- 손욱. 『삼성, 집요한 혁신의 역사』 (서울: 대성, 2013).
- 안동만, 김병교, 조태환, 『백곰, 도전과 승리의 기록: 대한민국 최초의 지대지 미사일 개발 이야기』. 서울: 플래닛미디어, 2016.
- 오원철. 『한국형 경제건설: 엔지니어링 어프로치 5』. 서울: 기아경제연구소, 1996.
- 정홍식. 『한국 IT 정책 20년: 천달러 시대에서 만달러 시대로』. 서울: 전자신문사, 2007.
- 진대제. 『열정을 경영하라』. 파주: 김영사, 2006.
- 한필순. 『맨손의 과학자 한필순』. 파주: Vitabooks, 2016.

■ 국가기록원 자료

- 건설교통부 기술안전국 기술정책과. “과학기술진흥(2)”. 국가기록원, 1992. 관리번호: DA0136010.
- 건설교통부 기술안전국 기술정책과. “종합과학심의관계철1”. 국가기록원, 1991. 관리번호: DA0135993.
- 과학기술부. “21세기 프론티어연구개발사업의 2002년 대상사업 도출을 위한 기획연구(최종보고서)”, 국가기록원, 2001. 관리번호: C14M11014.
- 과학기술부. “국책과제 총괄평가”. 국가기록원, 1991. 관리번호: DA0108054.

과학기술부 과학기술정책국. “1991 G-7프로젝트 자료(3)”. 국가기록원, 1992. 관리번호: DA0108901.

과학기술부 과학기술혁신본부 과학기술정책국 종합기획과. “제6회 중과심 안건 (I) (참고용)”. 국가기록원, 1991. 관리번호: DA0619298.

과학기술부 기초과학인력국 기초과학지원과. “기금관련규정제정.개정1”. 국가기록원, 1992. 관리번호: DA0057005.

과학기술부 기초연구국 원천기술개발과. “「21세기 프론티어연구개발사업」 계획 수립철”. 국가기록원, 1999. 관리번호: DA0868832.

과학기술부 기초연구국 원천기술개발과. “21C 프론티어 연구개발사업 NaNo 기능소자 개발사업(2)”. 국가기록원, 2000. 관리번호: DA0772095.

과학기술부 기초연구국 원천기술개발과. “21C 프론티어 연구개발사업 NaNo 기능소자 개발사업(3)”. 국가기록원, 2000. 관리번호: DA0772096.

과학기술부 기초연구국 원천기술개발과. “256MDRAM기본계획사본(중요서류)”. 국가기록원, 1993. 관리번호: DA0619008.

과학기술부 기초연구국 원천기술개발과. “256M DRAM 추진(2)”. 국가기록원, 1992. 관리번호: DA0769919.

과학기술부 기초연구국 원천기술개발과. “256M DRAM 추진 III”. 국가기록원, 1992. 관리번호: DA0618965.

과학기술부 기초연구국 원천기술개발과. “94 차세대 반도체 추진 (2-1)”. 국가기록원, 1994. 관리번호: DA0619086.

과학기술부 기초연구국 원천기술개발과. “Tera급 나노소자개발사업 (5)”. 국가기록원, 2000, 관리번호: DA0868858.

과학기술부 기초연구국 원천기술개발과. “나노기술종합발전계획 (1)”. 국가기록원, 2001. 관리번호: DA0868880.

과학기술부 기초연구국 원천기술개발과. “유전체 사업단 법인화철(1)”. 국가기록원, 2000. 관리번호: DA0772194.

과학기술부 기초연구국 원천기술개발과. “차세대반도체 기반기술개발사업”. 국가기록원, 1993. 관리번호: DA0618989.

과학기술부 기초연구국 원천기술개발과. “차세대 반도체 기본계획 (2-1)(001)”. 국가기록원, 1993. 관리번호: DA0619006.

과학기술부 기초연구국 원천기술개발과. “차세대 반도체 기반기술 개발사업(IV)”. 국가기록원, 1993, 관리번호: DA0619005.

과학기술부 기초연구국 원천기술개발과. “차세대 반도체 기반기술개발사업(V)”. 국가기록원, 1993, 관리번호: DA0619004.

과학기술부 기초연구국 원천기술개발과. “차세대 반도체 기반기술개발사업 연구개발사업단 회의(2-1)”. 국가기록원, 1994, 관리번호: DA0619091.

과학기술부 기초연구국 원천기술개발과. “차세대 반도체 기반기술개발사업 연구개발사업단 회의(2-2)”. 국가기록원, 1994. 관리번호: DA0619092.

과학기술부 기초연구국 원천기술개발과. “차세대 반도체 기본계획(2-2)”. 국가기록원, 1993, 관리번호: DA0619007.

과학기술부 기초연구국 원천기술개발과. “프론티어사업 주요보고자료 (1)”. 국가기록원, 2001, 관리번호: DA0868908.

과학기술부 연구개발국 연구개발기획과. “21세기 프론티어연구개발사업 2000년 추진사업 선정계획 수립”, 국가기록원, 1999. 관리번호: DA0770474.

과학기술부 연구개발국 연구개발기획과. “21세기 프론티어연구개발사업 자료”. 국가기록원, 1999, 관리번호: DA0770473.

과학기술처. “'93년도 차세대반도체 기반기술개발사업 연구관리 및 평가사업”. 과학기술처, 1994.

과학기술처. “초고집적반도체기술공동개발(안)”. 대통령기록관, 1986. 관리번호: 1A00614174547563.

과학기술처 연구개발조정실 생물해양연구조정관. “1991 G7 전문가 기획

단 구성·운영”, 국가기록원, 1991. 관리번호: DA0059240.

과학기술처 연구개발조정실 연구기획과. “평가보고서<총리실>”. 국가기록원, 1991. 관리번호: DA0058867.

과학기술처 연구개발조정실 전자연구조정관. “G7 프로젝트 연구계획(안)”. 국가기록원, 1991. 관리번호: DA0062113.

국방부 법무관리관 법제담당관. “훈령(1968.6.11.~1972.12.18.)”. 국가기록원, 1968. 관리번호: BA0838487.

국방부 법무관리관 법제담당관. “훈령(73.1.13~74.5.13)”. 국가기록원, 1973, 관리번호: BA0838498.

국방부 법무관리관 법제담당관. “훈령”. 국가기록원, 1978. 관리번호: CA0037266,

중과심총괄조정전문분과회. “2000년대 과학기술 선진7개국수준 진입을 위한 선진전략기술개발사업 추진계획(안)”. 국가기록원, 1991. 관리번호: DA0135995.

■ 개인 논문 및 단행본

강인구. “기업연구소의 문제점”. 『과학과 기술』 (1982.8): 12-14.

강인구. “내가 본 소련 과학기술과 상보적 기술협력에의 접근”. 『과학과 기술』 (1990. 7): 66-68.

강인구. “산학연 협동을 위한 정부의 역할”. 『과학과 기술』 (1992.11): 9-13.

국양. 『국가나노기술개발계획』. 서울: 과학기술부, 2001.

김성훈. “정부의 산업정책과 기업의 기술 혁신 전략: 한국 자동차산업을 중심으로.” 서울: 고려대학교 대학원, 1998.

김양희 외. 『한국 자동차산업의 기술 능력 발전』. 서울: 삼성경제연구소, 1999.

김진현. “2000년대 과학기술”. 『과학과 기술』. 서울: 한국과학기술단체총연합회, 1991. 6.

- 김진현. “한국의 힘, 민의 힘”, 동아일보 (1986년 2월 19일).
- 박상희. “21세기 프론티어 사업의 구조적 문제점 분석 및 정책 대안 제시”, 서울: 박상희의원실, 2002.
- 서정욱. “공청회장의 사람들”, 매일경제 (1991. 7. 17).
- 송성수. “철강산업의 기술 혁신 패턴과 전개방향”. 서울: 서울대학교 대학원, 1999.
- 송위진. “기술선택의 정치과정과 기술학습: CDMA 이동통신 기술개발 사례연구”. 서울: 고려대학교 대학원, 1999.
- 유영준. 『오늘의 정치 내일의 경제』 (서울: 삶과 꿈, 1992).
- 유현규, 강상원, 이진효. “차세대 기억소자의 기술동향”. 『전자공학회지』 14, no. 4 (1987): 265-277.
- 이상희. 『생산기술연구원설립안 : 2000년대를 향한 산업기반의 고도화를 위한 제안』. 부산: 한국산업경제정책연구원, 1986.
- 이홍, 한재민. “현대 자동차 산업의 진화적 경로”. 『경영교육연구』 3, no. 3 (1999): 81-104.
- 임경순, “21세기 과학의 갈림길”. 『한국경제』 (1999.11.23)
- 임지순, 강명구 편집. 『새천년의 과학기술과 지식기반사회』. 서울: 나남출판, 2000.
- Baibich, M. N. et al. “Giant Magnetoresistance of (011)Fe/(001)Cr Magnetic Superlattices.” *Physical Review Letters* 61 (1988): 2474-2475.
- Bolton, Michele Kremen. “Imitation versus Innovation: Lessons to be Learned from the Japanese,” *Organizational Dynamics* 21, no. 3 (1993): 30-45.
- Böscke, T. S. et al. “Ferroelectricity in hafnium oxide: CMOS compatible ferroelectric field effect transistors.” *Electron Devices Meeting (IEDM), 2011 IEEE International. IEEE* (2011): 24-25.

- Delaney, Paul, Hyoungh Joon Choi, Jisoon Ihm, and Marvin L. Cohen.
“Broken Symmetry and Pseudogaps in Ropes of Carbon Nanotubes.” *Nature* 391 (1998): 466-468.
- Freeman, Christopher. *The Economics of industrial Innovation*.
Cambridge: MIT Press, 1982.
- G7전문가기획단. “21세기 선도기술개발사업(G7 프로젝트) 연구기획에 관한 워크샵”, 1991.
- Gerra, G. et al. “Ionic Polarizability of Conductive Metal Oxides and Critical Thickness for Ferroelectricity in BaTiO₃.” *Physical Review Letters* 99 (2007): 169904.
- Hur, N. et al. “Electric polarization reversal and reversal in a multiferroic material induced by magnetic fields.” *Nature* (2004): 392-395.
- Kim, Linsu. *Imitation to Innovation: The Dynamics of Korea's Technological Learning*. Boston: Harvard Business School Press, 1997.
- Kim, Linsu. “National System of Industrial Innovation: Dynamics of Capability Building in Korea,” in Richard R. Nelson ed., *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*. New York: Oxford University Press, (1993): 357-393.
- Kim, Linsu. “The Dynamics of Samsung's Technological Learning in Semiconductors,” *California Management Review* 39, no. 3 (1997): 86-100.
- Kim, Linsu and Gihong Yi, “The Dynamics of R&D in Industrial Development,” *Industry and Innovation* 4, no. 2 (1997): 167-182.
- Koyanagi, Mitsumasa, and Norikazu Hashimoto, “Novel High Density, Stacked Capacitor Mos RAM,” *Japanese Journal of Applied*

- Physics* 18, no. S1 (1979).
- Langrish, John et al. *Wealth from Knowledge: Studies of Innovation in Industry*. London: Macmillan, 1972.
- Lee, Keun, and Chaisung Lim. "Technological Regimes, Catching-up and Leapfrogging: Findings from the Korean Industries." *Research Policy* 30, no. 3 (2001): 459–83.
- Mathews, Jone A., and Dong-Sung Cho. *Tiger Technology: The Creation of a Semiconductor Industry in East Asia*. Cambridge, U.K.; New York: Cambridge University Press, 2000.
- Miyazaki, T., and N. Tezuka, "Giant Magnetic Tunneling Effect in Fe/Al₂O₃/Fe Junction." *J. Magn. Magn. Mater.* 139, no. 3 (1995): L231–L234.
- Moodera, J. S. et al. "Large Magnetoresistance at Room Temperature in Ferromagnetic Thin Film Tunnel Junctions." *Physics Review Letters* 74, no. 16 (1995): 3273.
- Nelson, Richard R., and Sidney G. Winter. *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Cambridge, Mass.: Belknap Press of Harvard University Press, 1982.
- OECD. *OECD Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data*. OECD, 1992.
- Patel, Pari, and Keith Pavitt. "The Technological Competencies of the World's Largest Firms: Complex and Path-dependent, but Not Much Variety," *Research Policy* 26 (1997): 141–156.
- Pavitt, Keith. "Sectoral Patterns of Technical Change: Towards a Taxonomy and a Theory." *Research Policy* 13, no. 6 (1984): 343–373.
- Prahalad, C.K., and Gary Hamel, "The Core Competence of the

- Corporation,” *Harvard Business Review* (1990): 79–91.
- Porter, Michael E. “The Competitive Advantage of Nations,” *Harvard Business Review* (1990): 73–91.
- Porter, Michael E. *The Competitive Advantage of Nations*. London; New York: Macmillan Press; Free Press, c1990.
- Rothwell, R., and W. Zegveld. *Reindustrialization and Technology*. Armonk, M.E.Sharpe, 1985.
- Sunami, Hideo. “Cell Structures for Future Dram’s.” Presented at the Electron Devices Meeting, 1985.
- Sunami, Hideo et al., “A Corrugated Capacitor Cell (CCC) for Megabit Dynamic MOS Memories,” *IEEE Electron Device Letters* 4, no. 4 (1983).
- Tassey, Gregory. *Technology Infrastructure and Competitive Position*. New York: Kluwer Academic Publisher, 1992.
- Tassey, Gregory. *The Economics of R&D Policy*. Westport, Conn.: Quorum, 1997.
- Teece, David J., Richard Rumelt, Giovanni Dosi, and Sidney Winter, “Understanding Corporate Coherence: Theory and Evidence,” *Journal of Economic Behavior and Organization* 23 (1994): 1–30.
- “로직도 메모리도 저電力化が話題の中心, 0.1 μ mはゆらぎを議論,” *Nikkei Microdevices* (1994.4): 85–86.

■ 신문

- 경향신문. “계엄사 발표 부정축재, 소요조종혐의-26명 조사 김종필, 김대중씨 연행.” (1980. 5. 18).
- 경향신문. “반도체산업 선진 진입” (1988. 2. 10).
- 경향신문. “「총합연구」 틀이 잡혀간다 이공계 연구기관 통합 4개월”.

(1981.4.22.).

국민일보. “‘나노’란 ‘난쟁이’ 의미 그리스어 머리카락의 5만분의 1”.
(2001.6.1.).

국제신문. “과학부문 정세영 교수”. (2005.4.17.).

내외경제. “256MD램 칩제작 성공”. (1994.4.26.).

뉴스1. “[단독]삼성전자, DMC研 사실상 해체...1500명 현업배치”.
(2015.11.10.).

동아사이언스. “유영민 미래부 장관 ‘창의적, 도전적 연구환경 조성을 최
우선 과제로’”, (2017. 7. 11).

동아사이언스. “국가 R&D 사업, ‘선택과 집중’ 위해 재정비할 것”, (2017.
7. 25).

동아일보. “경쟁력 국제화시대 사는 길 (27) 정부출연연 연구원들이 떠난
다”, (1994. 2. 18).

동아일보. “동아인터뷰 이정오 과학기술처 장관”, (1983. 1. 14).

동아일보, “반도체기술 세계 3위로”, (1988. 2. 10).

동아일보. “술렁이는 대덕연구단지 현지 르포 명퇴...이직...불꺼진 ‘과학메
카’”, (1999.4.23.).

동아일보. “「한국형」 기술개발”, (1983.6.24.).

동아일보. “KIST 「연구기능 폐지」 논란”, (1991. 8. 5.).

매일경제. “공업발전법 시행령·규칙(안)”, (1985. 12. 23).

매일경제. “일, 1메거D램 내년 양산 전망”, (1985. 2. 15).

매일경제. “일, 256K D램 2배 증산”, (1984. 10. 15).

매일경제, “한국첨단산업 어디로 가나 <2> 장기비전의 부재”, (1985. 4.
16).

매일경제. “한국형 「비디오텍스」 연내 개발”, (1984. 7. 23).

물리학과 첨단기술. “결정 성장의 대부 이범삼.” (2000).

물리학과 첨단기술. “화제의 물리학자: 정세영 교수” (2009).

사이언스타임즈 “국가 R&D 투자 방향 전면 재검토” (2008. 6. 25).

신동아. “ADD 무기개발 3총사의 핵·미사일 개발 비화” (2006.12.13).
 전자신문. “256M D램 세계 최초 개발”, (2012. 9. 17).
 전자신문. “4000억대 반도체 특허 소유권 논란..소송 변수로”,
 (2018.6.21.).
 전자신문. “삼성, D램 뒤이을 차세대 메모리칩 P·F램 선정” (2005. 2.
 28).
 전자신문. “초고집적반도체 기반기술 개발사업 부처간 이견 무산 위기”,
 (1993.7.23.).
 중앙일보. “「반도체 연구조합」 설립”, (1986.4.10.).
 한겨레. “[단독] 인텔이 100억 낸 국내 기술, 삼성은 특허료 안내려 ‘꿈
 수’”, (2018.5.23.).
 한국경제. “차세대 반도체 개발사업 계속성 검토”, (1994. 9. 3).

■ 인터뷰

김기범. 최형섭과의 인터뷰. 2012년 11월 9일.
 김정덕. 저자와의 인터뷰. 2016년 3월 23일.
 박영일. 저자와의 인터뷰. 2019년 6월 3일.
 전승준. 저자와의 인터뷰. 2019년 5월 13일.

□ 2차 문헌

강기천. “한국과학재단의 설립과 대학의 기초연구, 1962-1989”. 서울: 서울대학교 대학원, 2014.
 김근배. 『한국 과학기술혁명의 구조』. 파주: 들녘, 2016.
 김행선. 『1980년대 전두환 정권의 수립: 국가보위비상대책위원회와 국가보위입법회의를 중심으로』. 선인, 2015.
 문만용. “1980년 정부출연기관의 재편성”. 『한국과학사학회지』 제31권

제2호 (2009): 505-543.

문만용. 『한국 과학기술 연구체제의 진화』. 파주: 들녘, 2017.

박영일. “국가 대형연구개발사업의 기획 및 수행·평가에 관한 연구: 선도 기술개발사업을 중심으로”. 대전: 한국과학기술원, 1995.

박진희. “연구자집단의 성장과 변천”. 『한국의 과학자사회: 역사, 구조, 사회화』, 김환석 외 엮음, 서울: 궁리, 2010.

박희제. “한국 대학에서의 과학연구의 성격과 변화”. 『한국의 과학자사회: 역사, 구조, 사회화』, 김환석 외 엮음, 147-181. 서울: 궁리, 2010.

송성수. “삼성 반도체 부문의 성장과 기술능력의 발전”. 『한국과학사학회지』 제20권 제2호(1998): 151-188.

송성수. “추격에서 선도로: 삼성 반도체의 기술발전 과정”. 『한국과학사학회지』 제30권 제2호 (2008): 517-544.

송성수. “한국 과학기술계획의 진화: 장기종합계획에 관한 내용분석을 중심으로”. 『한국민족문화』 37 (2010): 425-458.

송성수. “한국의 기술 발전에 관한 연구사적 검토와 제언”. 『한국과학사학회지』 제40권 제1호 (2018): 91-113.

송위진. 『한국의 이동통신, 추격에서 선도의 시대로』. 서울: 삼성경제연구소, 2005.

시장과 정부 연구센터. “21세기 프론티어사업 성과분석”. 시장과 정부 연구센터, 2015.

신향숙. “제5공화국의 과학 기술 정책과 박정희 시대 유산의 변용: 기술 드라이브 정책과 기술 진흥 확대 회의를 중심으로”. 『한국과학사학회지』 제37권 제3호 (2015): 519-553.

엄수홍. “정부출연연구기관 관리제도의 형성, 1989-1999 정부부처의 통제 문제를 중심으로”. 서울: 서울대학교 대학원, 2016.

염재호, 이민호. “대형국가연구개발사업 정책의 제도적 분석: 정책제도의 지속과 변화”, 『기술혁신학회지』 제15권 제1호 (2012):

129-162.

- 이민호. “대형국가연구개발사업의 제도적 진화에 관한 연구: G7, 21C Frontier, 차세대성장동력 사업을 중심으로”. 서울: 고려대학교 대학원, 2012.
- 이은경. “한국의 나노기술: 초기 정책 형성과 사회적 수용을 중심으로”. 『과학기술학연구』 제7권 제1호 (2007): 91-116.
- 이장재. “국가 연구개발사업 비교연구 - 특정연구개발사업과 공업기반기술개발사업을 중심으로-”. 과학기술정책관리연구소, 1993.
- 이장재. “국가 연구개발 사업 구조의 비교: 특정 연구개발 사업과 공업기반기술 개발 사업을 중심으로”. 『과학기술정책』 제60권 (1994): 57-68.
- 이종영, 정경원. 『PERT/CPM 이론과 실무, 응용』. 서울: 한국이공학사, 1983.
- 한국과학기술평가원. “IMD 2016 세계 경쟁력 연감 분석: 과학 및 기술인프라 중심.” 2016.
- 홍성주, 송위진. 『현대한국의 과학기술 정책』. 파주: 들녘, 2017.
- Baldwin, Richard E. "The Impact of the 1986 Us-Japan Semiconductor Agreement," *Japan and the World Economy* 6, no. 2 (1994): 129-152.
- Browning, Larry D., and Judy C. Shetler. *Sematech: Saving the US Semiconductor Industry*. College Station: Texas A&M University Press, 2000.
- Callon, Scott. *Divided Sun: MITI and the Breakdown of Japanese high-tech industrial policy, 1975-1993*. California: Stanford University Press, c1995.
- Campbell, Joel R. *The Technology Policy of the Korean State since 1961*. Lewiston, N.Y.: Edwin Mellen Press, c2008.
- Chuma, Hiroyuki, and Norikazu Hashimoto. "Moore's Law Increasing

- Complexity, and the Limits of Organization: The Modern Significance of Japanese Chipmakers' Commodity Dram Business," in *Dynamics of Knowledge, Corporate Systems and Innovation*, eds. Hiroyuki Itami, et al. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2010: 220–235.
- Choi, Hyungsub. "Emerging Opportunities: Nanoelectronics and Engineering Research in a South Korean University." *History and Technology* 30, no. 4 (2015): 334–353.
- Constant, Edward W. "A Model for Technological Change Applied to the Turbojet Revolution." *Technology and Culture* 14, no. 4 (1973): 553–372.
- Galison, Peter. *Image and Logic: a Material Culture of Microphysics*. Chicago: University of Chicago Press, 1997.
- Edwards, Paul N. *The Closed World: Computers and the Politics of Discourse in Cold War America*. Cambridge, MA: The MIT Press, 1996.
- Gass, Saul I., and Carl M. Harris eds., *Encyclopedia of Operations Research and Management Science*. Boston: Kluwer Academic, 2000.
- Godin, Benoît, and Joseph P. Lane. "'Push and Pulls': The Hi(story) of the Demand Pull Model of Innovation," *Project on the Intellectual History of Innovation Working Paper* 13 (2013).
- Hounshell, David A. "The Cold War, RAND, and the Generation of Knowledge, 1946–1962," *Historical Studies in the Physical and Biological Sciences* 27, (1997): 237–267.
- Hughes, Agatha, and Thomas Hughes, eds., *Systems, Experts, and Computers: The Systems Approach in Management and Engineering, World War II and After*. Cambridge, MA: The

- MIT Press, 2000.
- Hughes, Thomas P. *Rescuing Prometheus*. New York: Pantheon Books, 1998.
- Im, Gyeong Soon. "The Birth of the Postech: The Building of a Research University in Korea." In *Current Perspective in the History of Science in East Asia*, edited by Yung Sik Kim and Francesca Bray, 238–242. Seoul: Seoul National University Press, 1999.
- Scott, J. F. "A Comparison of Magnetic Random Access Memories (MRAMs) and Ferroelectric Random Access Memories (FRAMs)." In *Ferro- and Antiferroelectricity: Order/Disorder versus Displacive*. Springer: Berlin, (2007): 199–209.
- The President's Commission on Industrial Competitiveness. "Global Competition: The New Reality." Washington DC, 1985.
- Torrance, Randy, and Dick James. "Reverse Engineering in the Semiconductor Industry." *IEEE Custom Integrated Circuits Conference* (2007): 429–436.
- Kaiser, David. "Booms, Busts, and the Worlds of Ideas: Enrollment Pressures and the Challenge of Specialization." *Osiris* 27, no. 1 (2012): 276–302.
- Kevles, Daniel J. "Big Science and Big Politics in the United States: Reflections on the Death of the SSC and the Life of the Human Genome Project," *Historical Studies in the Physical and Biological Sciences* 26, no. 2 (1997): 269–297.
- Kim, Dong-Won and Stuart W. Leslie. "Winning Markets or Winning Nobel Prizes? KAIST and the Challenges of Late Industrialization." *Osiris* 13 (1998): 154–185.
- Kim, Kinam, and S. Y. Lee. "Future Emerging New Memory

- Technologies.” *Integrated Ferroelectrics* (2004): 3–14.
- Kim, Linsu. *Imitation to Innovation: The Dynamics of Korea’s Technological Learning*. Boston: Harvard Business School Press, 1997.
- Light, Jennifer S. *From Warfare to Welfare: Defense Intellectuals and Urban Problems in Cold War America*. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 2003.
- Matsumoto, Miwao. “The Uncertain but Crucial Relationship between a ‘New Energy’ Technology and Global Environmental Problems: The Complex Case of the ‘Sunshine’ Project.” *Social Studies of Science* 35, no. 4 (2005): 623–651.
- McCray, W. Patrick. “From Lab to iPod: A Story of Discovery and Commercialization in the Post-Cold War Era.” *Technology and Culture* 50, no. 1 (2009): 58–81.
- McCray, W. Patrick. “Will Small Be Beautiful? Making Policies for Our Nanotech Future.” *History and Technology: An International Journal* 21, no. 2 (2006): 177–203.
- Misa, Thomas J. “Retrieving Sociotechnical Change from Technological Determinism.” in Merritt Roe Smith and Leo Marx eds., *Does Technology Drive History? The Dilemma of Technological Determinism*. Cambridge, Mass.: MIT Press, c1994, 115–141.
- Mody, Cyrus C. M. *Instrumental Community: Probe Microscopy and the Path to Nanotechnology*. Cambridge, Mass.: MIT Press, 2011.
- Morris–Suzuki, Tessa. *The Technological Transformation of Japan: From the Seventeenth to the Twenty-first Century*. Cambridge; New York: Cambridge University Press, 1994.

- O'Reagan, Douglas, and Lee Fleming. "The FinFET Breakthrough and Networks of Innovation in the Semiconductor Industry, 1980–2005," *Technology and Culture* 59, no. 2 (2018): 251–288.
- Scheffler, Robin W. "Managing the Future: The Special Virus Leukemia Program and the Acceleration of Biomedical Research," *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences Part B* 48, (2014): 231–249.
- Westwick, Peter. *The National Labs: Science in an American System, 1947–1974*, Cambridge, MA: Harvard University Press, 2003.
- Yates, Ronald E. "'Trade Wars' Taking on a Literal Meaning." *Chicago Tribune*, July 5, 1992.
- Yi, Doogab. "Governing, Financing, and Planning Cancer Virus Research: The Emergence of Organized Science at the U.S. National Cancer Institute in the 1950s and 1960s." *The Korean Journal for the History of Science* 38, no. 2 (2016), 321–349.

□ 웹사이트

<http://db.chosun.com/people/index.html>

<https://news.samsung.com/>

Abstract

Implementation and Evolution of
the National Research and
Development Programs:
Focusing on the Semiconductor
Development Consortia,
1980–2010

Yoo, Sangwoon

Program in History and Philosophy of Science

The Graduate School

Seoul National University

This paper examines the process of changing the authoritarian government-led R&D network to a conglomerate-centered network by looking at three national R&D programs and three semiconductor development projects carried out from 1980 to 2010. This paper deals

with a series of large national research and development programs, the Special Research and Development Program (1980–1990), G7 Project (1990–1999), 21c Frontier Program (2000–2010). By revealing that for what purposes, by whom, and under which context the different ideas of innovation were implemented in the form of national research and development programs, this paper makes two arguments as follows. First, national research and development programs are the result of a combination of weapons development systems and product development systems. Second, the influence of large conglomerates in the process of planning the national research and development projects has greatly increased since the 1990s. The process whereby the network changed to center around large companies was also the process whereby the understanding of innovation changed, conglomerates came to be conflated with the state, and Korea came to be perceived as an innovative country led by the conglomerates.

Keywords: national R&D program, Special R&D Program, G7 Project, 21c Frontier Program, semiconductor, innovation studies, technological innovation

Student Number: 2012–30863